ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1912.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de Pâques la séance du lundi 8 avril est remise au mardi 9.

ASTRONOMIE. — *Sur quelques observations de position qui pourront être faites pendant l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912*, par M. G. **Bigourdan**.

On sait que cette éclipse sera totale en certains points de la ligne de centralité et annulaire en d'autres. Mais les diverses éphémérides sont en désaccord sur la position de cette ligne comme sur la nature et sur la durée de l'éclipse en ses divers points.

Tout le monde adopte sensiblement les mêmes coordonnées tabulaires du Soleil; mais les coordonnées tabulaires de la Lune sont inexactes, exigent des corrections inconnues, et les diverses éphémérides ont adopté pour ces corrections des valeurs différentes, entraînant des écarts correspondants sur la position annoncée de la ligne de centralité.

En second lieu, la nature de l'éclipse et sa durée dépendent des diamètres relatifs du Soleil et de la Lune. On est d'accord pour celui du Soleil, mais il n'en est pas de même pour celui de la Lune, et les mêmes éphémérides ont adopté des valeurs différentes.

Mais inversement, les observations de l'éclipse, supposées faites, pourront servir à déterminer les valeurs exactes du diamètre et des coordonnées lunaires; et je me propose d'indiquer comment pourront faire ces observations ceux qui se trouveront sur la ligne de centralité ou dans son voisinage.

I. *Détermination du diamètre de la Lune.* — Les observations faites sur la ligne de l'éclipse centrale seront particulièrement utiles pour la détermination du diamètre lunaire.

Sur cette ligne on pourra observer quatre contacts, dont deux (1 et 4) extérieurs et deux (2 et 3) intérieurs.

Si le diamètre apparent de la Lune se trouve plus grand que celui du Soleil, il y aura éclipse totale et le contact 2 se produira à l'Est ou vers le bord du Soleil qui passe le dernier sous l'action du mouvement diurne.

Au contraire, si le diamètre apparent de la Lune se trouve plus petit que celui du Soleil, l'éclipse sera annulaire, et le contact 2 se produira à l'Ouest.

Dans les deux cas, l'intervalle très court qui séparera les contacts 2 et 3 permettra de déterminer la grandeur et le signe de la différence des deux diamètres : c'est donc cet intervalle qu'il importe de déterminer.

Si le contour de la Lune était bien circulaire, cette observation serait susceptible d'une assez grande précision; mais le bord lunaire présente des dépressions et des surélévations assez voisines, de sorte que le contact se produit entre la circonférence du Soleil et le bord sinueux lunaire qui n'est circulaire que dans l'ensemble. Il est probable qu'au milieu de l'éclipse les observateurs placés en France se trouveront un instant en présence d'un filet lumineux discontinu, une sorte de collier de points brillants, entourant la Lune; et ils ne pourront noter, pour chacun des contacts 2 et 3, qu'une sorte de moyenne, qui cependant sera fort utile pour indiquer le diamètre lunaire à préférer dans le calcul des éclipses.

Si l'observateur qui a recherché la ligne de centralité se trouve notablement en dehors, il pourra tirer parti du cercle de position oculaire dont il sera question plus loin.

Les difficultés à prévoir dans ces observations indiquent assez l'intérêt que présenteront les photographies à grande échelle prises au voisinage de ces contacts 2 et 3.

II. *Détermination de la position réelle de la ligne de centralité.* — Cette détermination paraît pouvoir se faire surtout par la combinaison des résultats obtenus par deux observateurs placés un de chaque côté de la ligne de centralité, et à quelque distance de cette ligne.

Pour un de ces observateurs, soient (*fig.* 1) :

S le centre du Soleil;

PP′ le parallèle de ce point S;

L′LL″ la route suivie par le centre de la Lune relativement au Soleil,

route supposée rectiligne dans le temps considéré, et qui est parcourue par ce centre de l'Ouest à l'Est;

S'SS'' et AB des droites parallèles à L'L'', passant, la première par le centre S du Soleil et la seconde à une distance LD de L'L'' égale au diamètre de la Lune, supposé lui-même égal à celui SC du Soleil.

L'éclipse commence quand le bord antérieur de la Lune vient toucher celui du Soleil, ce qui a lieu au point 1 (*fig.* 1) entre S' et L'; puis, la Lune continuant d'avancer, son bord supérieur reste constamment tangent à la ligne AB prolongée, tandis que son bord antérieur coupe celui du Soleil successivement en 2 et 2', 3 et 3',...; et si l'on suppose que les positions 1, 2-2', 3-3', ... de la Lune correspondent à des époques équidistantes, les arcs du bord solaire 1-2, 2-3, 3-4, ... vont en diminuant assez rapidement, de sorte que l'intersection considérée, du bord du Soleil par celui de la Lune, se produit assez longtemps au voisinage du point A, ce qui facilite sa détermination.

Vers le moment de la conjonction des deux astres, ou du milieu de l'éclipse, quand le centre de la Lune est en L, sur la ligne SC perpendiculaire à AB et à L'LL'' (*fig.* 2), la partie visible du Soleil est le croissant S'ACDBS'', dont la plus grande largeur est CD, flèche de l'arc AB, et qui est égale à la distance SL des centres.

Ensuite l'intersection des bords supérieurs des deux astres se produit de même assez longtemps au voisinage du point B (*fig.* 3), ce qui en facilite aussi la détermination; puis elle s'en éloigne de plus en plus rapidement jusqu'au moment du 4e contact ou de la fin de l'éclipse.

Vers le milieu de l'éclipse, les deux observateurs considérés, supposés un de chaque côté de la ligne de centralité, verront dans des positions inverses le croissant solaire restant : celui qui est au nord de la ligne, pour lequel la Lune est plus abaissée par la parallaxe, verra le Soleil plus haut que la Lune et le croissant lumineux aura la convexité tournée vers le zénith; au contraire, pour celui qui est au sud de la ligne, c'est la concavité du croissant qui regardera le zénith (*fig.* 4).

Supposons que chacun des deux observateurs ait mesuré avec précision la flèche correspondante, c'est-à-dire CD = LS (*fig.* 2) pour celui qui est au nord de la ligne de centralité, C'D' = SL (*fig.* 4) pour celui qui est au sud. Ces deux flèches étant supposées assez petites, si elles se trouvent égales, la ligne de l'éclipse centrale a passé à égale distance des deux observateurs, la distance étant comptée perpendiculairement à cette ligne; et si

les deux flèches sont inégales, tout en restant très petites, les distances des observateurs à la même ligne sont dans le rapport de ces flèches.

Le point capital est donc de mesurer les flèches CD, C′D′ avec beaucoup de précision. Pour cela on peut indiquer les trois méthodes suivantes :

1° *Mesure directe.* — La quantité à mesurer est la distance maxima des deux bords supérieurs ou inférieurs du Soleil et de la Lune.

L'observation doit être faite à un moment facile à connaître, car c'est vers le milieu de l'éclipse ; mais rien n'indiquera avec précision la position

Fig. 1.

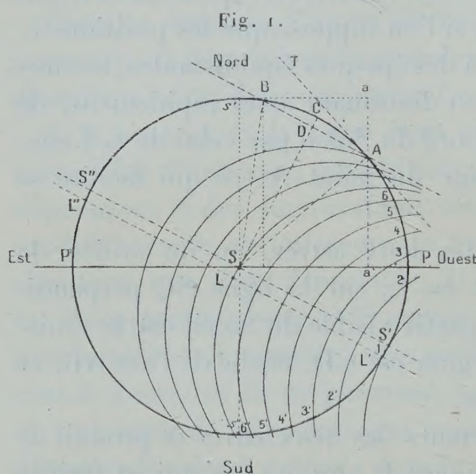
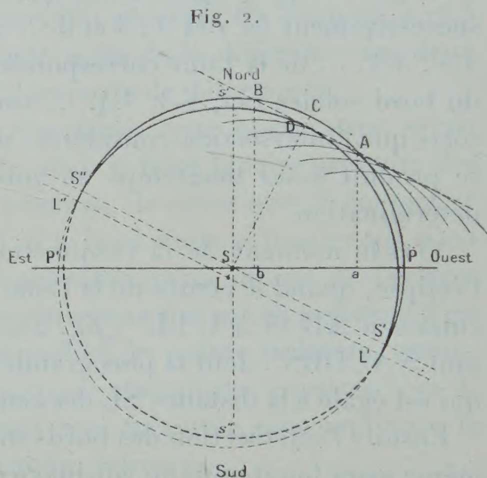


Fig. 2.



à donner aux fils du micromètre. D'ailleurs l'épaisseur d'un mince filet lumineux est très difficile à mesurer en elle-même, de sorte que le moins incertain serait sans doute une estimation comparative de cette épaisseur du croissant, soit par rapport à l'épaisseur d'un fil du micromètre, soit par rapport à la distance de deux fils, écartés d'une quantité évaluée en parties de la vis micrométrique.

2° *Mesure des angles de position des points* A *et* B. — Si, à un instant quelconque, les deux extrémités A et B de la corde AB (*fig.* 1) se trouvaient marquées simultanément, l'observateur mesurerait facilement cette corde, d'où l'on déduirait l'angle au centre ASB, puis, avec beaucoup de précision, la longueur de la flèche CD.

Mais les points A et B ne sont marqués à l'observateur que l'un après l'autre, à un intervalle de temps dépendant de sa distance à la ligne de cen-

tralité; il faudra donc mesurer AB ou l'angle ASB d'une manière détournée.

Un moyen simple serait de placer dans le plan focal de la lunette employée une sorte de cercle de position *oculaire* formé par une plaque percée circulairement, dont le vide aurait un diamètre légèrement supérieur à celui de l'image solaire focale, et dont le contour serait gradué, de manière que l'observateur pût voir en même temps la graduation et les bords du Soleil : la lunette étant supposée portée par un pied équatorial assez bien orienté, et l'image solaire étant maintenue centrée sur ce cercle, on n'aura qu'à lire à plusieurs reprises la division qui se trouve en face de

Fig. 3.

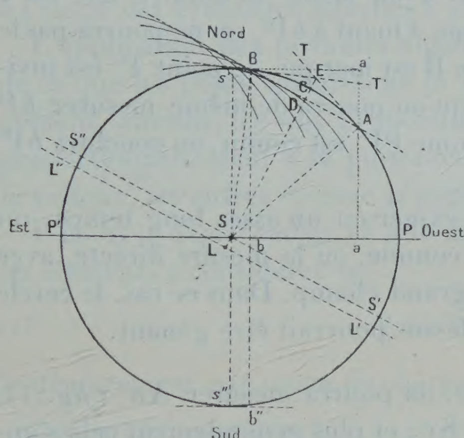
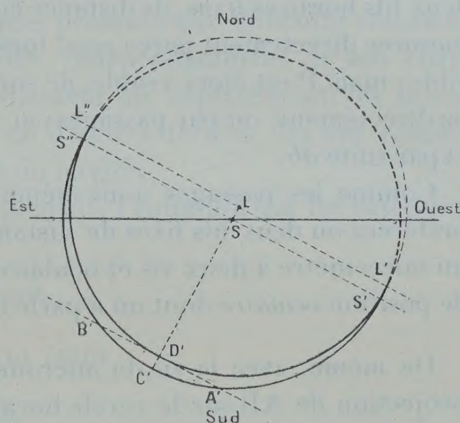


Fig. 4.



l'intersection des disques, au voisinage du point A ou en ce point, puis de même au voisinage du point B; et l'on aura ainsi l'angle ASB.

Ce cercle de position sera aussi très utile aux observateurs qui se trouveront sur la ligne de centralité, pour définir les points du bord qui auront présenté quelques phénomènes particuliers.

On pourra encore, quand le point A est marqué, placer un fil tangentiellement au bord du Soleil, suivant AT (*fig.* 3); puis quand le point B sera marqué, placer le même fil suivant BT'; en lisant chaque fois le cercle de position du micromètre, la différence des lectures donnera l'angle TCT' ou ASB.

On aura d'ailleurs soin de répéter un assez grand nombre de fois ces diverses opérations, en A, en B et au voisinage, et de noter l'heure chaque fois, pour pouvoir ramener les pointés individuels à l'heure de l'intersection en A ou en B.

Mais, à cause de la dissymétrie de la partie lumineuse autour des points

A et B, l'œil ne sera pas guidé pour bien juger de la tangence, et sans doute la précision ainsi obtenue sera assez limitée.

3° *Détermination des points* A *et* B *par leurs coordonnées rectangulaires.* — La direction de la corde AB est connue; il suffira donc de déterminer la longueur de sa projection ab (*fig.* 3) sur PP′ par exemple, pour obtenir sa longueur AB. Or, $ab = aP' - bP'$, et l'on peut obtenir facilement aP' et bP'.

Pour aP', on le déduira soit d'une mesure directe, lunette entraînée, soit de l'évaluation, lunette fixe, du temps qui s'écoule entre les passages des points A et P′, visibles simultanément, à un même fil horaire fixe ou à deux fils horaires fixes, de distance connue. Quant à bP', on ne pourra pas le mesurer directement parce que, lorsque B est marqué, le point P′ est invisible; mais P est alors visible, de sorte qu'on pourra de même mesurer bP ou directement, ou par passages; et comme PP′ est connu, on conclura bP' et par suite ab.

Comme les passages à un même fil exigeront un assez long temps, on préférera ou deux fils fixes de distance connue, ou la mesure directe, avec un micromètre à deux vis et oculaire à grand champ. Dans ce cas, le cercle de position *oculaire* dont on a parlé ci-dessus pourrait être gênant.

De même, avec la vis du micromètre, on pourra mesurer Aa' (*fig.* 3), projection de AB sur le cercle horaire Ss'; et plus généralement cela s'applique à tout axe de projection dont la position est connue par rapport à AB.

Ce qui précède suppose que l'on connaît à tout instant la direction du parallèle au point d'observation; et c'est ce qui est facile avec une lunette montée équatorialement. Mais le même moyen peut être employé, lunette fixe, avec toute autre monture capable de conserver au réticule de la lunette une position connue; tel est, par exemple, le cas des montures azimutales à axe bien vertical : théodolites, etc.

On pourrait aussi employer avantageusement certains cercles méridiens mobiles en azimut et dont on rendrait chaque fois l'axe de rotation bien horizontal. Mais, dans ces derniers cas, on ne pourra procéder à la mesure que lunette fixe, en évaluant des passages; et si l'on est trop près de la ligne de centralité, le temps dont on disposera sera court. Aussi sera-t-il bon d'avoir plusieurs fils verticaux.

Enfin, dans le cas où l'on observe par projection, l'observateur pourra

tracer sur l'écran des lignes parallèles, constamment maintenues verticales par exemple, et y observer les passages des points A, B et des bords solaires.

NAVIGATION. — *Au sujet de l'augmentation de déplacement nécessaire sur un navire, pour accroître d'une tonne le poids du chargement.* Note de M. **Bertin**.

La rapidité avec laquelle le déplacement des navires s'accroît depuis dix ans, et paraît devoir continuer à s'accroître, donne un intérêt d'actualité à l'étude des avantages attachés à cette augmentation.

L'application des formules algébriques présente une difficulté résultant de ce que les poids constituant le navire, indépendamment de son chargement, varient, les uns proportionnellement au déplacement, les autres proportionnellement à sa puissance $\frac{2}{3}$; en d'autres termes, les uns comme le volume, les autres comme la surface du navire.

P étant le déplacement et p le chargement, l'équation qui lie entre eux les éléments à considérer est

$$(1) \qquad P = aP + bP^{\frac{2}{3}} + p,$$

le déplacement par tonne de chargement étant

$$\frac{P}{p} = Q.$$

Si toutes les dimensions du navire sont augmentées dans un rapport m_1, le nouveau chargement p' est donné par l'équation

$$(1') \qquad Pm^3 = aPm^3 + bP^{\frac{2}{3}}m^2 + p'.$$

L'augmentation de déplacement par tonne d'augmentation de chargement,

$$\frac{P(m^3-1)}{p'-p},$$

est, à la limite, lorsque $m^3 - 1$ est assez faible pour que $p' - p$ soit égal à 1, le rapport q que nous voulons déterminer.

Prenons pour inconnue auxiliaire le rapport

$$(2) \qquad \frac{Q}{q} = r.$$

Cette nouvelle inconnue a son intérêt propre, car elle exprime numériquement l'avantage de l'accroissement des dimensions sur l'accroissement du nombre des navires.

Nous avons

$$r = \frac{\dfrac{P}{p}}{\dfrac{P(m^3-1)}{p'-p}} = \frac{1}{m^3-1}\,\frac{p'-p}{p}.$$

Or, nous tirons des équations (1) et (1)'

$$\frac{1}{m^3-1}\,\frac{p'-p}{p} = 1 + \frac{b}{(1-a)P^{\frac{1}{3}}-b}\,\frac{m^3-m^2}{m^3-1},$$

expression de r, dans laquelle tous les termes en m sont concentrés en un facteur dont la valeur limite pour les très petites valeurs de $m-1$ s'obtient immédiatement. Cette valeur est $\frac{1}{3}$, la limite supérieure, lorsque $m-1$ augmente indéfiniment, étant égale à l'unité. Nous sommes ainsi sortis de l'équation du troisième degré et nous avons

$$(5)\qquad r = 1 + \frac{1}{3}\,\frac{b}{(1-a)P^{\frac{1}{3}}-b},$$

quantité toujours supérieure à 1.

Q étant d'ailleurs connu, q se trouve déterminé.

La formule (5) ne comporte d'autres erreurs que celles commises sur a et b, erreurs faibles puisqu'on procède en partant d'un devis de poids connu. Pour les cuirassés type *Justice*, avec $a = 0,33$, $b = 10$, elle donne $q = 2,502$, alors que d'anciens calculs par tâtonnements successifs, exécutés avec toutes les ressources d'une salle de dessinateurs exercés, a donné $q = 2,5$. Ses résultats offrent d'ailleurs beaucoup mieux qu'un simple intérêt spéculatif.

Il est intéressant de savoir, par exemple, dans quelles proportions le rapport r va en diminuant à mesure que P augmente. Pour des bâtiments dérivés de la *Justice*, ce rapport descendrait de 1,51 à 1,28 si P s'élevait de 15000^t à 35000^t, a et b restant invariables ; les avantages de l'augmentation de P, exprimés par $r-1$, diminueraient ainsi de près de moitié. Si l'on tient compte de l'augmentation minima de poids de coque indispensable pour éviter d'accroître la charge des matériaux, r diminue un peu moins vite, parce que a augmente dans la formule (5) ; mais alors intervient l'influence de a sur la valeur de Q, beaucoup plus grande que sur la valeur

de r. La diminution de q, quand P augmente, devient très lente. Bien plus, la valeur de q passe dans ces conditions, entre 30000^t et 35000^t de déplacement, par un minimum égal à 2,42; elle augmente ensuite, est égale à 2,43 pour $P = 40000^t$ et 2,44 pour $P = 45000^t$.

Sur les paquebots, les mêmes calculs donnent des résultats qui ne présentent pas moins d'intérêt. La nécessité de tenir compte des changements de valeur de a semble plus impérieuse et mieux respectée que sur les navires de guerre.

GÉOLOGIE. — *Sur le non-parallélisme des zones isopiques et des accidents tectoniques dans les Alpes franco-italiennes et le Valais.* Note [1] de MM. **W. Kilian** et **Ch. Jacob.**

Dans une précédente Note [2], nous avons établi l'existence, entre Bourg-Saint-Maurice et l'extrémité sud du Mont-Blanc, de trois ensembles nettement distincts : A. la couverture mésozoïque du Houiller du Petit Saint-Bernard, formée d'une série d'assises mésozoïques à faciès mixtes où dominent des brèches polygéniques et des Schistes lustrés, accompagnés de roches vertes; B. une écaille de terrains à faciès briançonnais, limitée par deux lignes de contacts anormaux; C. la bordure sédimentaire du massif du Mont-Blanc, de faciès dauphinois.

Écartons-nous maintenant de la coupe étudiée précédemment, pour en prolonger les éléments.

I. Vers le Nord-Est, l'écaille B que l'on peut suivre au Nord-Est par les Mottets, où elle s'étire légèrement, trouve sa continuation très nette dans les *Pyramides calcaires* (quartzites, calcaires gris triasiques et Brèche du Télégraphe), de l'autre côté du Col de la Seigne; elle traverse en écharpe l'Allée Blanche, puis se retrouve dans les montagnes du Chétif et de la Saxe, à l'ouest de la Grande Golliaz, enfin dans les massifs des Clochers de Vouasse, du Mont Ferret, du Six-Blanc, du Mayentzet de Bagnes et de la Pierre-à-Voir (W. Kilian et P. Lory, 1906), pour se prolonger ainsi vers le Valais par la zone de Sion-Val Ferret d'E. Argand (1911), où nous avions reconnu dès 1906, avec M. P. Lory, une *zone de racines*. La *dislocation de base* qui se maintient sur le flanc Est des Vals Ferret italien et

(1) Reçue dans la séance du 25 mars 1912.

(2) *Comptes rendus*, 25 mars 1912, p. 802.

suisse correspond au *chevauchement pennique frontal* d'Em. Argand; quant à la *ligne de discontinuité supérieure*, que l'un de nous (en collaboration avec M. P. Lory) a suivie et dessinée en 1905-1906 entre le Val Ferret et le Valais, elle marque, au moins au delà du Grand Saint-Bernard, le bord frontal (flanc renversé) de la *nappe du Grand Saint-Bernard* tel que l'indique notre savant confrère suisse.

L'ensemble A appartient, pour nous, à la même nappe que le précédent; en outre du massif du Versoyen, du Mont Percé et des environs du Col de Breuil, il forme, au Nord-Est, ceux du Crammont, du Lasseron, du Bério-Blanc (Mont Favre), du Mont Fortin, de la Tête de l'Arp et de la Grande Golliaz (S. Franchi, W. Kilian, P. Lory, 1908), pour disparaître ensuite au delà du Col de Fenêtre, où le Houiller et les Schistes de Casanna (Lugeon et Argand) forment eux-mêmes à leur tour le front même de la nappe et s'étendent jusqu'au contact de la lame B (Combe de Lâ, ouest de la Tête de Payannaz) (W. Kilian et P. Lory, 1906).

II. Vers le Sud-Ouest, la dislocation de base se prolonge par Aigueblanche et le Col de Varbuche, pour se raccorder, en passant à l'est de Saint-Jean-de-Maurienne et au Col Lombard, au chevauchement frontal des Aiguilles d'Arves, sur lequel M. J. Boussac a rappelé l'attention récemment. Quant au bord de la Nappe du Grand Saint-Bernard, il passerait à l'ouest du Roignais, puis traverserait l'Isère vers Aime, se continuerait dans les pentes de base du Mont-Jovet (Longefoy, N.-D. du Pré) et gagnerait plus au Sud les dislocations de Brides, de Saint-Martin-de-Belleville, du Pas-du-Roc et de Valloire. L'écaille B elle-même, une fois passé le petit massif dominant à l'est le Cormet de Roselend, s'ouvrirait dans les montagnes au nord de Moutiers, où affleurent, à partir de Pierre-Menta et près de Montgirod (Kilian et Révil), des brèches tertiaires incontestables (W. Kilian et J. Révil, 1893; W. Kilian et P. Lory, 1909-1911), qui se retrouvent plus au Sud (Villar-Clément-sur-Arc) à la base de l'Éogène (W. Kilian et Boussac, 1911); elle constituerait en définitive la *zone des Aiguilles d'Arves*, dont nous avons jalonné ainsi la continuité précise du Lautaret à la Tarentaise et par delà la frontière franco-italienne, avec la *zone de Sion-Val Ferret*.

Ainsi se trouve également confirmée la continuité, en arrière de cette zone, de la zone permo-houillère (dite *axiale*) du Valais à la Méditerranée affirmée par M. Argand. Il sera intéressant de rechercher si cette dernière accuse, dans son prolongement structural vers le Sud, une disposition en

nappe aussi accentuée que dans les Alpes et si le refoulement vers l'extérieur y atteint une aussi grande amplitude qu'en Italie et en Suisse.

Suivant les suggestions de la coupe d'ensemble, publiée dans notre dernière Note (*fig.* 2), et pour reprendre une idée émise par l'un de nous, dès 1903 (1), puis précisée par MM. W. Kilian et P. Lory en 1906, et reprise partiellement par E. Haug en 1909 (2), nous trouvons dans cette zone des Aiguilles d'Arves, avec ses brèches éogènes, qui se montre nettement étirée, réduite à une sorte de « cicatrice » (3) et en partie chevauchée par une nappe plus interne (4) derrière le Mont-Blanc, dans les dislocations qui la limitent, et dans notre masse A, avec ses brèches polygéniques, mésozoïques, les racines sans doute multiples des « masses exotiques » externes des Alpes (Annes et Sulens, Préalpes et Brèche du Chablais, etc.). Une étude très détaillée des faciès permettrait sans doute de préciser davantage encore, notamment pour les nappes de Sulens, l'origine exacte de chacune de ces nappes.

Il nous semble utile d'insister encore une fois (5), comme l'un de nous l'a fait en 1908, et après M. Argand, sur l'obliquité que présentent dans les Alpes les limites des faciès et des zones isopiques, par rapport à celles des zones tectoniques. Le faciès des Schistes lustrés, dans le Lias qui demeure cantonné à l'Est de la zone houillère au Sud de l'Arc, s'avance vers le Nord-Ouest en Tarentaise, et atteint, par l'intermédiaire de ce que nous avons appelé le « faciès mixte », sorte de marge transitionnelle au faciès briançonnais (6) (remarquable par le développement de brèches polygéniques du

---

(1) W. Kilian, *Comptes rendus*, 23 septembre 1903, et *C. R. IXe Congr. géol. intern. Vienne*, 1903, p. 470.

(2) *Comptes rendus*, 17 mai 1909.

(3) Ou de « zone de racines » (W. Kilian et P. Lory).

(4) La structure anormale des massifs du Mont Pourri et du Mont Jovet (M. Bertrand et Termier) semble indiquer que plusieurs des nappes plus internes encore et supérieures à celle du Saint-Bernard se continuent en Tarentaise ; mais rien ne permet de savoir si l'amplitude du refoulement ne s'atténue pas singulièrement au Sud, soit par suite de l'érosion qui aurait fait disparaître la plus grande partie de leurs digitations frontales, soit par suite d'un redressement du plan axial et de la surface de chevauchement.

(5) V. Franchi, Kilian et Lory, *C. R., collab., serv. Carte géol. de France pour* 1907-1908, p. 135.

(6) Tout à fait analogue à la zone de passage décrite par M. Pussenot au Lasseron et au Col de l'Alpet près de Briançon, entre la zone des Schistes lustrés et le faciès briançonnais proprement dit, et qui montre également des intercalations réitérées de

type de la Brèche des Chapieux), le bord frontal de la nappe du Grand Saint-Bernard, vers la vallée transversale des Chapieux. Dans le Valais, le faciès des Schistes lustrés se montre même dans les nappes plus extérieures encore du Simplon. De même les gneiss permocarbonifères, ne formant plus au Sud que la moitié orientale du Massif du Ruitor, gagnent, dans la vallée de Bagnes et d'Entremont, le front même de la nappe, pour arriver encore plus au Nord-Est à régner exclusivement sous le Trias, dans les nappes d'origine encore plus externe de la région du Simplon.

PLIS CACHETÉS.

M. **Stephen Lecointe** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 8 mai 1911 et inscrit sous le numéro 7754.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une description et des photographies d'un vêtement de protection destiné aux aviateurs.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Compte rendu annuel (1911) *des travaux exécutés par le* Service géographique de l'Indo-Chine.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Fonctions bipédiques, systèmes triples orthogonaux et efforts isostatiques* [1]. Note de **M. E. Waelsch.**

1. Un *multipède* (n-pède) N, formé de n vecteurs de même origine et de même longueur, est déterminé par une forme binaire *réalisante*. Désignons par v^n le n-pède

bancs de brèche dans des Schistes lustrés accompagnés de « Pietre Verdi », qui reposent sur un Trias formé de calcaires dolomitiques, de quartzites et d'anagénites.

[1] Cf. *Comptes rendus* du 23 juillet 1906, des 28 janvier et 30 décembre 1907, cités dans la suite sous (I), (II), (III) et *Wien. Monatshefte*, t. XVII et XX.

spécial contenant n fois le vecteur v. Le *produit* $\alpha^{\text{ième}}$ $N_{\dot\alpha} M$ *des multipèdes* N, M est le $(n+m-\alpha)$-pède, donné par le $\alpha^{\text{ième}}$ composé (Ueberschiebung) des formes des multipèdes N et M (cf. I).

Les coefficients de la forme de N étant des fonctions de point X, de coordonnées cartésiennes x_k, N détermine la *fonction n-pédique* N, le produit $N_{\dot\alpha} M$ détermine le *produit* $\alpha^{\text{ième}}$ *des fonctions* N et M. Le vecteur symbolique ∇ de Hamilton donne le λ-pède spécial spécial symbolique ∇^λ, et celui-ci détermine les *dérivées* $(\lambda+n-\alpha)$*-pédiques* $\nabla^{\lambda}_{\dot\alpha} N$ de la fonction N (cf. III) (1).

Le développement fondamental des composés de trois formes binaires de M. Gordan (2) donne des relations entre les fonctions multipédiques, leurs produits et leurs dérivées, en observant que la quadrique du vecteur ∇ correspond à un opérateur différentiel. Par exemple, on peut exprimer $\nabla^{\lambda}_{\dot\alpha} N$ par $N^{(0)}$, N', $N^{(2)}$ (3).

2. Les *axes* d'un bipède b (ce sont les bissectrices de son angle et la normale à son origine sur son plan) forment un trièdre T trirectangle; les vecteurs du tripède $t = h_{\dot 1} b$, où $h = b_{\dot 2} b$, sont situés sur T (cf. I, n° 4). On tire de la théorie des formes biquadratiques que tous les *bipèdes coaxiaux* avec b sont donnés par $\sigma b + \tau h$, où σ, τ sont des nombres quelconques. Entre ces bipèdes il y en a trois spéciaux : $L_k = l_k^2 = \sigma_k b + h$, où l_k est un vecteur situé sur un des axes de b (4).

Si *b est une fonction bipédique*, le trièdre T devient mobile. Cherchons les *conditions*, remplies par cette fonction b, dans le cas où T forme un *système*

---

(1) Posons $N_{\dot{2n}} M = N \cdot M$, donc pour le produit *scalaire* : $N_{\dot{2n}} N_1 = N \cdot N_1$; $N_{\dot 0} M = NM$; $(\ldots((N_{\dot\alpha} M)_{\dot\beta} P)\ldots) = N_{\dot\alpha} M_{\dot\beta} P \ldots$; $\nabla_{\dot 0} N = N^{(0)}$, $\nabla^2_{\dot 0} N = N^{(00)}$, $\nabla^3_{\dot 0} N = N^{(000)}$; $\nabla_{\dot 1} N = N'$; $\nabla_{\dot 2} N = N^{(2)}$.

(2) Voir *Formensystem binärer Formen* (1875); cf. E. STROH, *Math. Ann.*, t. XXXIII.

(3) On peut envisager les notions ci-dessus comme les débuts d'une analyse de *fonctions sphériques de point* ou de *représentations sphériques généralisées*, dont les numéros suivants contiendraient des applications. En effet, $H_n = N \cdot v^n$ est une fonction sphérique de v (cf. II); la fonction sphérique $N_{\dot\alpha} M \cdot v^{n+m-\alpha}$ peut être nommée *produit* $\alpha^{\text{ième}}$ $H_{n\dot\alpha} H_m$ *des fonctions* H_n et $H_m = M \cdot v^m$. Si N est une fonction de point, H_n est une fonction sphérique de point. ∇^λ détermine la *fonction sphérique symbolique* $\nabla_\lambda = \nabla^{\lambda} \cdot v^\lambda$, opérateur différentiel donnant naissance aux *fonctions sphériques dérivées* $\nabla_{\lambda\dot\alpha} H_n$ *de la fonction* H_n.

(4) Nous excluons ici et dans la suite le cas où le bipède b soit spécial. Dans ce cas le discriminant de la biquadratique de b s'annule, mais comme il est égal à

$$\tfrac{1}{2}\, t \cdot t| = |t_0|^2 + 6|t_1|^2 + 15|t_2|^2 + 10|t_3|^2$$

(les t_ν étant les coefficients de la sextique t), on a $t \equiv 0$.

triple orthogonal Σ_b de surfaces. On sait que pour les vecteurs l_k ces conditions sont $l_k \cdot l'_k = 0$, et l'on peut démontrer qu'elles peuvent être remplacées par $L_k \cdot L'_k = 0$ (¹). Or, dans

$$(1) \qquad L_k \cdot L'_k = \sigma_k^2 \, b \cdot b' + \sigma_k (b \cdot h' + h \cdot b') + h \cdot h' = 0,$$

les fonctions σ_k étant différentes, les *conditions cherchées* sont :

$$(A) \qquad b \cdot b' = 0, \qquad b \cdot h' [= h \cdot b'] = 0, \qquad h \cdot h' = 0.$$

3. On peut écrire ces conditions des deux façons suivantes : *a*. Si t est la fonction tripédique $h_{\,\mathrm{i}}\, b$ (²) : $b \cdot b' = 0$, $b \cdot h' = 0$, $b^{(0)} \cdot t = 0$. — *b*. Les fonctions

$$B = \sigma b + \tau h$$

(σ, τ étant des fonctions scalaires) sont toutes les fonctions bipédiques coaxiales avec b (cf. n° 2), Or on a la relation $B \cdot B' = \sigma^2 b \cdot b' + \sigma\tau(b \cdot h' + h \cdot b') + \tau^2 h \cdot h'$, donc on trouve : Pour l'existence du système Σ_b il est nécessaire que le produit scalaire de chaque fonction B par sa dérivée B' s'annule, et il est suffisant, β étant une de ces fonctions différente de b, qu'on ait : $b \cdot b' = 0$, $b \cdot \beta' [= b' \cdot \beta] = 0$, $\beta \cdot \beta' = 0$ (³).

4. Un *effort* peut être déterminé (voir I) par son effort moyen et sa fonction bipédique immanente b ; les axes des efforts principaux sont les axes de b. Les conditions pour un *effort isostatique* (⁴) dépendent donc seulement de b et prennent la forme (A) (ou les autres du n° 3). Les problèmes des efforts isostatiques et des systèmes triples orthogonaux *se confondent donc tous deux avec celui des fonctions bipédiques* b déterminant un système Σ_b. Les conditions (A) étant remplies, tous les efforts avec un effort moyen quelconque et un bipède $B = \sigma b + \tau h$ (voir n° 3^b) sont de même isostatiques.

(¹) En omettant l'indice k, on a les relations (voir n° 2) : $L' = \frac{3}{2} l l' + l^{(0)}{}_{\mathrm{i}}\, l$;

$$L \cdot L' \tfrac{3}{2} l l' \cdot l^2 + [l^{(0)}{}_{\mathrm{i}}\, l \cdot l^2 = 0] = l \cdot l l \cdot l' = L \cdot (\sigma^{(0)}{}_{\mathrm{i}}\, b + \sigma b' + h')$$
$$= \sigma^2 b \cdot b' + \sigma (b \cdot h' + h \cdot b') + h \cdot h'{}_{\mathrm{i}}\; b \cdot h' = [b^{(0)}{}_{\mathrm{3}}\, b \cdot b = 0]$$
$$+ b'{}_{\mathrm{2}}\, b \cdot b - \tfrac{7}{10} [b^{(00)}{}_{\mathrm{i}}\, b \cdot b = 0] = h \cdot b'.$$

(²) Car $h \cdot h' = b^{(0)}{}_{\mathrm{3}}\, b \cdot h + \frac{1}{6} [b \cdot b \, b \cdot b' = 0] - \frac{7}{10} [b'{}_{\mathrm{i}}\, b \cdot h = 0] = b^{(0)} \cdot t$.

(³) Forme intégrale : $\int H_b^{\cdot} H_{b'} d\omega = 0$, $\int H_b^{\cdot} H_{h'} d\omega = 0$, $\int H_h^{\cdot} H_h' d\omega = 0$, où ω est la surface d'une sphère qui a pour centre l'origine des α_k, et H_b est la fonction sphérique du bipède b.

(⁴) En se servant des notions de GIBBS-WILSON (*Vectoranalysis*), Φ étant *the dyadic* de l'effort, $\frac{1}{2} \Phi^2 = \Phi \overset{\times}{\times} \Phi$, et si l'on pose $\nabla \times \Phi = \Phi'$, les conditions pour un effort isostatique trouvées par WEINGARTEN (*Journ. de Crelle*, t. 90) peuvent être écrites : $\Phi : \Phi' = 0$, $\Phi : \Phi'_2 [= \Phi_2 : \Phi'] = 0$, $\Phi_2 : \Phi'_2 = 0$.

5. Pour l'*effort spécial*, dont les composantes sont les dérivées du second ordre d'une fonction scalaire s, on trouve $b' = 0$; les équations du n° 3^a se réduisent à la seule (cf. Weingarten, *loc. cit.*)

$$s^{(00)} \underset{2}{\cdot} s^{(00)} \underset{1}{\cdot} s^{(00)} \cdot s^{(000)} = 0. \tag{B}$$

Par des calculs exclusivement empruntés à la théorie des formes binaires et surtout des formes f dont le composé $(f, f)^4$ s'annule identiquement (voir Gordan, *Inv.*, II, p. 204), nous avons traité le *cas spécial* de la fonction bipédique [1] : $b = N \cdot r^{n-2} + r^2$, où r est le vecteur OX (partant de l'origine O) et N est un n-pède constant. Il n'y a que les possibilités suivantes pour un système triple orthogonal Σ_b ou un effort isostatique correspondant : (a) n quelconque et N spécial; (b) $n = 2$, donc $b = a + r^2$, où a est un bipède constant : système des *surfaces confocales* de deuxième degré; le bipède b étant situé sur un des hyperboloïdes à une nappe; (c) $n = 3$ et N trirectangle; (d) $n = 6$ et le sixpède N dirigé vers six sommets divers d'un *icosaèdre*.

6. M. Darboux a trouvé (*Syst. orth.*, p. 533) pour la *transformation d'espace dépourvue de rotations* donnée par la fonction s le théorème suivant : « Si s satisfait à une certaine équation partielle du troisième ordre, le trièdre T forme nécessairement un système triple orthogonal; sinon, aucune des faces de T ne restera tangente aux surfaces d'une famille. » L'équation (B) est justement une forme de cette équation, et la deuxième partie de ce théorème peut être démontrée comme il suit : l'équation (B) n'étant pas satisfaite, on a (voir n° 3^a) $h \cdot h' \neq 0$, donc on trouve pour $b' = 0$ [voir équation (1), n° 2] qu'on a $l_k \cdot l'_k \neq 0$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Une extension de l'intégrale de M. Lebesgue.* Note [1] de M. Arnaud Denjoy, transmise par M. Émile Picard.

L'intégrale de Riemann a un sens quand la fonction intégrée f est continue ou quand ses points de discontinuité forment un ensemble de mesure nulle. L'intégrale de Lebesgue s'applique à toute fonction f, d'une part mesurable et d'autre part bornée, ou plus généralement sommable. L'une et l'autre intégrales, prises entre a et x, sont des fonctions continues de x, a restant fixe, et leur dérivée est f, sauf en un ensemble de points de mesure nulle. Mais il est possible de former des fonctions dérivées qui ne sont ni

---

(1) Dérivée $s^{(00)}$ ayant : $8n(n-1)s = 2[H_n = N \cdot r^n] + n(n-1)R^4 + cR^2 + V \cdot r + C$, où R est la longueur du vecteur OX, et V est un vecteur constant.

(2) Présentée dans la séance du 18 mars 1912.

intégrables selon Riemann, ni sommables selon Lebesgue. J'indiquerai dans cette Note un mode de calcul qui s'applique en particulier avec succès à toute fonction dérivée f et qui nous donne pour résultat une fonction continue ayant pour dérivée f.

Nous appellerons *totalisation* de f dans un intervalle a, b $(a < b)$ et nous désignerons par $V(a, b)$ un nombre calculé suivant les règles exposées ci-après, pourvu que f se prête indéfiniment à leur application.

Nous aurons à utiliser certaines notions.

A. Nous dirons que *f est non sommable en un point* si f est non sommable dans tout intervalle contenant (sens étroit) ce point. Si une fonction est sommable en un point, c'est qu'il existe donc un intervalle contenant ce point à son intérieur et où f est sommable.

Soit φ une fonction égale à f sur un ensemble parfait donné P, et à zéro en dehors de P. Nous dirons que f est *sommable* (ou non sommable) SUR P, *dans un intervalle* contenant des points de P *ou en un point de* P, si φ est sommable (ou non sommable) dans cet intervalle ou en ce point. Les points de P où f est non sommable forment un ensemble fermé.

B. Considérons un ensemble parfait discontinu P et faisons correspondre un nombre A_n à chacun de ses intervalles contigus u_n. Nous dirons que la *série* A_n *est absolument convergente dans un intervalle* i si la série des nombres A_n correspondant à des intervalles u_n intérieurs à i est absolument convergente. La série A_n est donc absolument convergente dans tout intervalle intérieur à i.

Nous dirons que la série A_n est *absolument convergente en un point* M *de* P, si M est intérieur à un intervalle i où la série A_n est absolument convergente. Les points de non absolue convergence forment un ensemble fermé.

Pour calculer la totalisation V de f dans un intervalle quelconque, nous posons les définitions suivantes :

Première définition. — La totalisation de V dans un intervalle où f est sommable est l'intégrale de Lebesgue de f sur cet intervalle.

Deuxième définition. — V étant définie pour une suite finie d'intervalles juxtaposés, a_1, a_2; a_2, a_3; ...; a_{n-1}, a_n, $V(a_1, a_n)$ est par définition la somme $V(a_1, a_2) + V(a_2, a_3) + \ldots$.

Troisième définition. — Si f est sommable sur un ensemble parfait P, situé sur (g, k), si V a été calculé dans tout intervalle u'_n n'ayant à son intérieur aucun point de P (et par suite compris dans un intervalle u_n contigu

à P), si, $W(u_n)$ étant la borne supérieure de $|V(u'_n)|$ quand u'_n prend toutes les positions possibles intérieures à u_n, la série $W(u_n)$ est convergente ; par définition

$$V(g, k) = \Sigma V(u_n) + \int_P f,$$

$V(u_n)$ étant la totalisation de f entre l'origine et l'extrémité de u_n.

Nous dirons que f est *totalisable* dans un intervalle a, b si elle satisfait aux trois conditions suivantes :

Condition I. — Quel que soit l'ensemble parfait P situé sur a, b, l'ensemble des points de P où f est non sommable sur P, est non dense sur P.

Condition II (de continuité de V). — Si $V(c', d')$ a été calculé quels que soient $c' < d'$ (c' et d') intérieurs au segment c, d, $V(c', d')$ tend vers une limite quand c' tend vers c et d' vers d. Pour la continuité de V nous posons alors, par définition

$$V(c, d) = \lim V(c', d').$$

Condition III. — Quel que soit l'ensemble parfait P, si V a été calculé dans tout intervalle u_n contigu à P, l'ensemble des points de P où la série W_n n'est pas convergente est non dense sur P.

Montrons comment, f satisfaisant à ces conditions, l'application répétée des définitions posées nous permet de calculer $V(a, b)$ au moyen d'une infinité dénombrable d'intégrales de Lebesgue, et l'addition des résultats effectuée dans un certain ordre.

1° Tirons parti de la condition I. Prenons d'abord pour P le continu. L'ensemble E_1 des points de a, b, où f n'est pas sommable, est fermé et non dense. E_1 est la somme d'un ensemble parfait P_1 et d'un ensemble Π_1 dénombrable. L'ensemble E_2 des points de P_1 où f est non sommable sur P_1 est fermé et non dense sur P_1. Nous posons $E_2 = P_2 + \Pi_2$, P_2 étant parfait et Π_2 dénombrable.

Supposons E_β, P_β, Π_β définis pour toutes les valeurs entières ou transfinies de β inférieures à un nombre donné α. Alors, si α est de première espèce (c'est-à-dire si α a un précédent), E_α est par définition l'ensemble des points de $P_{\alpha-1}$ où f n'est pas sommable sur $P_{\alpha-1}$. Si α est de seconde espèce, E_α est l'ensemble commun à tous les ensembles E_β (ou P_β). Dans tous les cas, E_α est fermé. Nous posons $E_\alpha = P_\alpha + \Pi_\alpha$, P_α étant parfait, Π_α dénombrable et réductible dans tout intervalle contigu à P_α.

$P_{\alpha+1}$ est non dense sur P_α. Donc il existe pour chaque fonction f satisfaisant à la condition I un nombre transfini de première espèce δ, tel

que $E_\delta = 0$, avec $E_{\delta-1} \neq 0$. Alors ou bien $E_{\delta-1}$ est réductible, ou bien f est sommable sur $P_{\delta-1}$.

D'après la première définition, dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E_1, V se calcule comme étant l'intégrale de Lebesgue de f dans cet intervalle.

2° D'après la condition II, V se calcule dans tout intervalle contigu à E_1, ensuite dans tout intervalle contigu au premier dérivé, puis à un dérivé d'ordre quelconque de E_1, finalement dans tout intervalle contigu à P_1, par une infinité dénombrable de passages à la limite.

On voit de même que si V vient à être calculé dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E_α, une infinité dénombrable d'utilisations de la condition II nous permet d'avoir V dans chaque intervalle contigu à P_α.

3° Tout se réduit donc à calculer V dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E_2 (avec $E_{\alpha+1}$) sachant le calculer dans tout intervalle contigu à P_1 (à P_α).

Soit donc l, m un intervalle contenant un ensemble parfait P sur lequel f est sommable. Supposons connu $V(u'_n)$ quel que soit u'_n compris dans l'intervalle u_n contigu à P (cette hypothèse est exacte quand P coïncide avec P_1). Formons la série $W(u_n)$. Les points de P où elle diverge forment un ensemble E' fermé et non dense sur P, somme de P' parfait et de Π' réductible dans les intervalles contigus de P'. Dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E', la troisième définition nous donne V. Donc la condition II nous donne V dans tout intervalle contigu à E' et de proche en proche à P' par une infinité dénombrable de passages à la limite.

Dans le calcul de V sur l, m, P est remplacé par P' non dense sur lui. De proche en proche, on définit une suite bien ordonnée d'ensembles E^α ou P^α, chacun non dense sur les précédents, donc nuls à partir d'un certain rang, et l'on calculera V dans les intervalles contigus à chacun d'eux. Quand on sera parvenu au dernier, on trouvera $V(l, m)$ qui sera donc calculé au moyen d'une infinité dénombrable d'intégrales de Lebesgue ajoutées dans un certain ordre.

Le lecteur voit donc sans peine que $V(a, b)$ s'obtient par une opération du même type.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'invariance de la courbe fermée.* Note de M. **L.-E.-J. Brouwer**, transmise par M. Émile Picard.

D'après la définition de M. Schœnflies, on entend par une *courbe fermée* un ensemble plan, borné, parfait, d'un seul tenant, déterminant dans

le plan deux régions, et identique à la frontière commune de ces deux régions.

La propriété d'être une courbe fermée est un *invariant de l'analysis situs*, autrement dit toute image plane, biunivoque et continue d'une courbe fermée est encore une courbe fermée, généralisation du théorème de M. Jordan affirmant que toute image plane, biunivoque et continue du cercle est une courbe fermée.

Le théorème de l'invariance de la courbe fermée a été énoncé par M. Schœnflies, mais il n'en existait pas encore de démonstration, lacune que j'ai comblée moyennant le raisonnement suivant, dont je me borne à indiquer les principes :

Un ensemble fini de points, arrangé dans un ordre cyclique, sera appelé une *chaîne*. Une chaîne pour laquelle le maximum des distances de deux points successifs est inférieur à ε, sera appelée une *chaîne*-ε.

Par une *modification*-η d'une chaîne j'entendrai : 1° un déplacement $< \eta$ d'un de ses points, transformant la chaîne en une chaîne-η; 2° l'intercalation d'un nouveau point, transformant la chaîne en une chaîne-η.

Soit h un nombre fini et positif, e un ensemble borné, parfait, d'un seul tenant et admettant la propriété suivante : pour chaque ε il existe une telle quantité η s'évanouissant avec ε et h telles *chaînes fondamentales* situées dans e, qu'on peut transformer toute chaîne-ε située dans e, moyennant un nombre fini de modifications-η et sans la faire quitter l'ensemble e, en une *chaîne canonique*, se composant d'un nombre fini de chaînes fondamentales. Nous dirons que l'ensemble *e admet une base h-uple de cyclose*. Évidemment la propriété dont il s'agit ici est un *invariant de l'analysis situs*.

Un ensemble n'admettant pas de base $(h-1)$-uple, mais admettant une base h-uple de cyclose, sera dit *admettre une base réduite h-uple de cyclose*.

On démontre la proposition suivante :

Si un ensemble borné, parfait, d'un seul tenant, détermine dans le plan un nombre fini $h+1$ *de régions, il admet une base réduite h-uple de cyclose. S'il détermine dans le plan une infinité de régions, il n'admet pas de base finie de cyclose.*

Il s'ensuit que *deux ensembles de régions, déterminés dans le plan l'un par un ensemble borné, parfait, d'un seul tenant e, l'autre par une image biunivoque et continue de e, possèdent le même nombre cardinal.*

L'invariance de la courbe fermée forme un cas spécial de ce dernier théorème.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la recherche des surfaces isodynamiques.* Note de M. A. FRIEDMANN, présentée par M. Appell.

Je me permets d'indiquer dans cette Note les résultats de mes recherches sur les surfaces triplement isodynamiques $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$, $\rho_2 = \text{const.}$, définies par Lamé ([1]) de la manière suivante :

1. Les tensions sur la surface $\rho_i = \text{const.}$ dans un corps élastique, qui est en équilibre sous l'action des forces superficielles, sont normales sur cette surface $\rho_i = \text{const.}$

2. Les tensions sur la surface $\rho_i = \text{const.}$ ne dépendent que de ρ_i. En désignant ces tensions par $f_i(\rho_i)(i = 1, 2, 3)$ les équations, en coordonnées curvilignes ρ, ρ_1, ρ_2, qui régissent la loi des surfaces isodynamiques, s'écriront :

$$(1)\quad \begin{cases} f'(\rho) + f(\rho)\left(\dfrac{\partial \log H_1}{\partial \rho} + \dfrac{\partial \log H_2}{\partial \rho}\right) - f_1(\rho_1)\dfrac{\partial \log H_1}{\partial \rho} - f_2(\rho_2)\dfrac{\partial \log H_2}{\partial \rho} = 0, \\ f_1'(\rho_1) + f_1(\rho_1)\left(\dfrac{\partial \log H_2}{\partial \rho_1} + \dfrac{\partial \log H}{\partial \rho_1}\right) - f_2(\rho_2)\dfrac{\partial \log H_2}{\partial \rho_1} - f(\rho)\dfrac{\partial \log H}{\partial \rho_1} = 0, \\ f_2'(\rho_2) + f_2(\rho_2)\left(\dfrac{\partial \log H}{\partial \rho_2} + \dfrac{\partial \log H_1}{\partial \rho_2}\right) - f(\rho)\dfrac{\partial \log H}{\partial \rho_2} - f_1(\rho_1)\dfrac{\partial \log H_1}{\partial \rho_2} = 0, \end{cases}$$

où H, H_1, H_2 sont les paramètres différentiels des surfaces $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$, $\rho_2 = \text{const.}$ ([2]).

L'analyse des équations (1) ainsi que des équations bien connues de Lamé pour H, H_1, H_2 nous a conduit aux résultats suivants :

Premier cas. — Toutes les tensions f, f_1, f_2 sont différentes de constantes. Dans ce cas il n'existe qu'une seule classe de surfaces isodynamiques, à savoir la classe des surfaces de M. Darboux ([3]) à paramètres différentiels :

$$H = \frac{\mathfrak{S}(\rho)}{\sqrt{(\rho_1 - \rho)(\rho - \rho_2)}},$$

$$H_1 = \frac{\mathfrak{S}(\rho_1)}{\sqrt{(\rho_2 - \rho_1)(\rho_1 - \rho)}},$$

$$H_2 = \frac{\mathfrak{S}_2(\rho_2)}{\sqrt{(\rho - \rho_2)(\rho_2 - \rho_1)}};$$

où $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$ sont les polynomes du troisième degré.

([1]) LAMÉ, *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 275.

([2]) Voir A.-E.-H. LOVE, *Treatise on the theory of elasticity*, 2e édition, p. 89.

([3]) Voir Mémoire de M. Darboux (*Annales de l'École Normale*, 1878).

Deuxième cas. — L'une au moins des tensions f, f_1, f_2 est constante (1). A ce cas correspondent trois sortes de surfaces isodynamiques :

1° Certaines classes de surfaces de révolution orthogonales et les plans passant par une droite, ainsi que les surfaces cylindriques orthogonales et les plans parallèles;

2° Les sphères concentriques et les cônes orthogonaux ayant leurs sommets dans le centre commun des sphères;

3° Les surfaces pour lesquelles $H = H_1 = H_2$ (2).

Les surfaces énumérées sont les seules qui peuvent jouer le rôle de surfaces isodynamiques.

Les démonstrations explicites des propositions énoncées seront données dans un travail plus étendu.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la dissolution du cuivre dans l'eau.* Note de M. **J. Pionchon**, présentée par M. J. Violle.

En poursuivant l'étude du phénomène dont j'ai entretenu l'Académie dans une Note précédente (3), j'ai été amené à penser qu'en soumettant à une percussion une électrode d'une pile à un liquide : $M_1|L|M_2$, formée par deux lames M_1 M_2 d'un même métal M plongées dans un liquide électrolytique L, on trouble momentanément, sur l'électrode percutée, la relation chimique de ce métal avec le liquide, relation qui se trouve, par suite, mise en évidence par la force électromotrice due à la dissymétrie passagère alors établie entre les actions du liquide sur les deux électrodes. Voici des faits qui me semblent ne laisser aucun doute à cet égard.

Si avec de l'eau ordinaire et deux lames de cuivre, fraîchement décapées à l'acide azotique et bien lavées, on forme la pile : *cuivre* | *eau* | *cuivre*, et si l'on met cette pile en circuit avec un galvanomètre sensible (par exemple : un galvanomètre Carpentier, type balistique, ayant une constante de l'ordre de 125 mégohms), on constate qu'en l'absence de tout ébranlement, cette pile, quelques secondes après l'immersion des électrodes, présente une force électromotrice parfaitement fixe (nulle ou très faible). Si l'on soumet alors l'une quelconque des lames de cuivre à une percussion,

(1) Nous laisserons de côté le cas où toutes les tensions dans le corps sont égales entre elles.

(2) Voir G. Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 166.

(3) Séance du 3 juillet 1911, *Comptes rendus*, t. 153, p. 47.

en frappant sur elle un ou plusieurs petits coups secs avec un objet dur quelconque, on observe une déviation brusque du galvanomètre, ressemblant à la décharge d'un voltamètre polarisé, et indiquant que la lame percutée devient momentanément négative; la déviation accuse un courant temporaire allant de la lame percutée à l'autre lame, dans le liquide, et de celle-ci à celle-là à travers le galvanomètre. Si l'on renouvelle l'épreuve de temps en temps sur le même appareil abandonné à lui-même, on constate qu'il devient de moins en moins sensible et finit par ne l'être plus du tout. Pour mon appareil, qui comporte environ 25^{cm^3} d'eau et des lames ayant chacune une surface immergée d'environ $1^{cm^2},25$, cet état d'insensibilité est atteint environ 36 heures après le montage de la pile. Mais alors, si l'on remplace l'eau ancienne par de l'eau neuve, en conservant les mêmes lames, on constate que celles-ci manifestent de nouveau la sensibilité au choc ci-dessus décrite.

En faisant cette remarque, j'ai pensé, naturellement, que l'inactivité finale de la pile précédente devait tenir, au moins pour une part, à quelque modification éprouvée par l'eau au cours de son contact avec les lames de cuivre. En quoi consistait cette modification? Le sens du transport d'électricité provoqué, au début, par la percussion permettait de penser, suivant la théorie de Nernst, à une ionisation du cuivre faisant perdre à la lame percutée des ions cuivre d'une façon plus active qu'à l'autre, et rendant, par suite, cette lame percutée négative par rapport à l'autre. Toutefois, dans l'eau devenue inactive, les réactifs chimiques les plus sensibles ne peuvent mettre en évidence aucune trace de cuivre. Il y en a cependant, car j'ai constaté que cette eau redevient active après avoir été agitée quelques secondes avec de la limaille de fer, sans doute parce que cette limaille la débarrasse de cuivre dissous.

Le phénomène que je viens de décrire révèle donc une dissolution du cuivre dans l'eau ordinaire, qui échappe aux réactifs chimiques. Il permet de reconnaître si une eau donnée a été en contact ou non pendant un certain temps avec du cuivre. Pour m'en bien assurer, j'ai prié un de mes collègues de me remettre 10 petits flacons contenant de l'eau puisée à un robinet de son laboratoire, et dont un certain nombre, laissés à son choix, auraient reçu, pendant 2 jours au moins, des lames de cuivre, enlevées ensuite. J'ai soumis ces 10 échantillons d'eau à l'épreuve de l'électrode percutée, avec le système des deux électrodes de cuivre qui servaient habituellement à mes expériences, et la double liste que j'ai dressée, d'après cet examen, des flacons dont l'eau me paraissait avoir été cuivrée et des flacons dont l'eau me paraissait être vierge, fut identique, sans aucune erreur, à celle qu'avait établie mon collègue en préparant les flacons.

Je crois pouvoir conclure de toutes ces observations que le cuivre mis en

digestion avec l'eau ordinaire s'y dissout, à l'état de traces insensibles aux réactifs chimiques ordinaires, mais sensibles à la méthode d'épreuve micro-électrochimique que j'ai instituée. Cette dissolution infime du cuivre est accompagnée du phénomène électrique admis par la théorie de Nernst et s'accorde bien avec la petitesse de la pression de dissolution du cuivre supposée par cette théorie.

Nombre d'études relatives aux relations chimiques entre métaux divers et liquides divers et à des attaques inaperçues par voie purement chimique, semblent susceptibles d'être entreprises par la méthode d'épreuve qui m'a fourni ces premiers résultats.

PHYSIQUE. — *Sur l'influence de la température et de la lumière sur la conductibilité d'un corps phosphorescent* (CaS). Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

J'ai déjà signalé [1] la variation considérable que paraît subir, sous l'action de la lumière, la conductibilité du sulfure de calcium. Mais dans ces premières expériences le sulfure était agglutiné avec de la colle et l'on pouvait se demander si celle-ci ne jouait pas un rôle important.

J'ai pu, depuis, me rendre compte que la colle a seulement pour effet d'augmenter la conductibilité sans en modifier de façon appréciable la loi de variation. Il n'est guère possible de réaliser avec du sulfure seul une fente dont la résistance soit d'un ordre de grandeur facilement mesurable. Mais on peut obtenir des résistances notablement plus faibles en substituant à la fente une plaque mince de sulfure, d'épaisseur au plus égale à 1^{mm} et comprimée entre deux électrodes conductrices dont l'une est rendue transparente et reçoit le flux rayonnant. J'ai utilisé à cet effet, soit des lames de verre faiblement argentées, soit des toiles de cuivre à mailles très fines, la seconde électrode étant constituée, suivant le cas, par une lame d'argent ou de verre argenté, ou par une lame de cuivre.

Quel que soit le dispositif adopté, les résultats obtenus sont les mêmes, au moins quant à la marche générale des phénomènes. Quantitativement, ils varient avec l'épaisseur de la couche de sulfure, la transparence plus ou moins grande de l'électrode d'entrée, en un mot avec chaque appareil réalisé.

---

[1] *Comptes rendus*, 4 décembre 1911.

D'une façon générale, en accord avec mes premiers résultats, la conductibilité augmente sous l'action de la lumière jusqu'à un maximum, puis diminue. Dans l'obscurité elle diminue d'une façon continue, et en 4 ou 5 jours elle change complètement d'ordre de grandeur, l'appareil devenant en général inutilisable. Pour un appareil donné, les variations relatives de conductibilité sont d'ailleurs indépendantes de la conductibilité initiale.

Le passage du courant polarise la résistance d'une façon d'autant plus marquée et persistante que les deux électrodes sont plus dissemblables. Comme il est nécessaire d'avoir la valeur de cette résistance à des instants rapprochés et bien déterminés, on ne peut guère utiliser pour la mesure qu'une méthode de lecture directe. Dans le cas des dispositifs facilement polarisables, j'ai employé la méthode suivante qui a l'avantage de diminuer le passage d'électricité à travers la résistance et, par conséquent, de diminuer la polarisation.

Une capacité C est chargée avec une batterie d'accumulateurs de force électromotrice E, puis déchargée dans un circuit dérivé dont une branche porte la résistance x et le galvanomètre de résistance négligeable g, et l'autre une résistance fixe R. Si q est la charge qui traverse x et g, on a

$$q(x+\mathrm{R}) = \mathrm{CRE} = \mathrm{const.}$$

En prenant R = 1 mégohm, C = 1 microfarad, l'ordre de sensibilité de la méthode est le même que lorsqu'on ferme directement la force électromotrice E sur $g+x$. La différence est que, dans ce dernier cas, on doit laisser passer le courant jusqu'à ce que l'élongation soit devenue maxima, c'est-à-dire une dizaine de secondes, et que la quantité d'électricité qui traverse x est environ dix fois plus grande. On peut d'ailleurs alterner le sens de la décharge dans x en passant d'une mesure à la suivante.

Comme les variations de conductibilité observées pouvaient ne tenir qu'à des variations de température, je me suis arrangé pour mesurer ces dernières. Un couple thermoélectrique (Ag-Pt dans le cas des résistances à électrodes d'argent, Cuivre-Maillechort dans le cas des résistances à électrodes de cuivre) a sa soudure en contact avec la couche de sulfure par l'électrode inférieure. Il est fermé sur un galvanomètre peu résistant dont l'échelle est assez voisine de celle du galvanomètre g pour que toutes deux puissent s'observer simultanément. Une boîte de résistances intercalée dans le circuit permet de donner aux deux spots des déplacements d'amplitudes comparables.

Lorsqu'on soumet la résistance au flux, sa température s'élève progressivement et tend à devenir stationnaire. En prenant la variation de température pour abscisse, la variation relative de conductibilité pour ordonnée, la courbe, d'abord convexe du côté des abscisses, devient assez rapidement une droite, puis, après plusieurs heures, s'incurve à nouveau lorsque la conductibilité arrive vers son maximum. La forme de la première partie de la courbe peut s'expliquer par le fait que, dans les premiers instants de

l'éclairement, la température de la soudure et la température moyenne du sulfure ne se correspondent pas. Il semblerait dès lors licite d'attribuer à l'unique variation de température la variation de résistance observée. Cette hypothèse est toutefois contredite par les faits suivants :

1° La conductibilité passe toujours par un maximum et décroît ensuite rapidement, alors que la température est stationnaire ou même augmente encore ;

2° Le coefficient angulaire de la partie rectiligne de la courbe varie avec la source de lumière utilisée et la distance de cette source ;

3° Ce coefficient angulaire est considérablement modifié par l'interposition, entre la source et la résistance, d'un vase rempli d'eau qui absorbe les grandes longueurs d'onde ;

4° La partie rectiligne de la courbe supposée prolongée ne passe jamais par l'origine ;

5° Enfin, lorsque l'éclairement est supprimé, la température et la conductibilité décroissent toutes deux, mais la courbe qui lie leurs variations n'a aucun rapport avec la précédente, même alors que l'éclairement a été de courte durée et qu'on est très loin du maximum de conductibilité. Il arrive même que, dans ce cas, pendant quelques minutes, la conductibilité continue à croître alors que la température décroît.

SPECTROSCOPIE. — *Structure des bandes telluriques dues à l'oxygène.* Note de M. **R. Fortrat**, présentée par M. Deslandres.

Les trois bandes telluriques A, B et α ont été étudiées d'abord par Cornu (1) qui a surtout cherché à séparer nettement les raies dues à l'absorption de l'oxygène terrestre.

Plus tard Rowland, dans son beau travail sur la détermination des longueurs d'onde des raies du spectre solaire, a repris la mesure des bandes B et α dans de meilleures conditions expérimentales qui lui ont permis d'atteindre une plus grande exactitude; il a aussi pu exclure de ces bandes quelques raies que Cornu y avait classées et mesurer une quatrième bande, la bande δ qui a sa tête à $\lambda = 5788,3$ Å, mais que je laisserai provisoirement de côté.

La partie la moins réfrangible, que j'appellerai *deuxième partie*, se compose d'une raie isolée suivie d'une belle série de doublets dont la densité décroît quand la longueur d'onde augmente. La partie la plus réfringente, ou *première partie*, qui contient la

(1) Cornu, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 6e série, t. VII, 1886, p. 1.

tête de la bande, présente un maximum d'intensité au voisinage d'une raie que Cornu appelait la *raie principale*.

Deslandres a le premier indiqué une relation précise entre les éléments d'une même bande et des bandes de l'oxygène en particulier (1). On peut classer les raies de façon que « les intervalles d'une raie à la suivante, calculés en nombres de vibrations, sont à peu près en progression arithmétique ... Chacune des bandes A, B et α serait alors formée d'au moins deux séries.... De plus la loi est vérifiée malgré certaines irrégularités ou perturbations qui se traduisent par une oscillation de la série des intervalles autour de la série arithmétique. Une variation de l'intensité des raies paraît accompagnée d'une variation des intervalles par rapport à la progression. »

Plus tard Higgs (2), cherchant le nombre des séries distinctes, a considéré les deux parties de chacune de ces bandes comme formées de doublets à peu près égaux, et il a essayé de les réunir entre eux en admettant qu'il manquait une raie à l'un des doublets; un graphique à petite échelle est à peine satisfaisant et l'idée de Higgs ne résistait pas au calcul. Il en a conclu que chaque bande est formée de quatre séries de raies distinctes. C'est aussi la conclusion de Lester (3).

Avec une représentation différente, en admettant qu'il manque deux raies au voisinage de la raie isolée, on peut réunir entre eux les deux parties de façon très satisfaisante. Bien plus, en donnant aux raies des numéros d'ordre convenables positifs et négatifs, on peut réunir toutes les raies de chaque bande sous une seule formule dont la partie principale est de la forme

$$N = am^2 + bm + c, \qquad m = 0 \pm 1 \pm 2 \pm 3 \ldots.$$

Chaque bande se compose ainsi de deux séries égales obéissant à peu près à la loi de Deslandres; mais la relation précédente introduit deux conditions supplémentaires: la première fixe la position relative des deux séries, l'autre détermine la position de la tête de la bande qui correspond à $m = 0$; il n'y a, en effet, pas d'ambiguïté sur le numéro d'ordre à attribuer à chaque raie, même si la tête de la bande n'était pas observée.

Au voisinage des deux raies absentes se produit une importante perturbation qui porte sur l'intensité et qui déplace un peu les raies voisines du premier groupe; néanmoins la considération de la moyenne arithmétique v_m des fréquences de deux raies de numéros d'ordres symétriques $+m$ et $-m$ prouve que, malgré cette perturbation, les deux parties de raies appartiennent à une même série.

(1) Deslandres, *Comptes rendus*, t. 103, 1886, p. 375.

(2) Higgs, *Astronomy a. Astroph.*, t. II, 1893, p. 547; *Astroph. Journ.*, t. XXII 1905, p. 346.

(3) Lester, *Astroph. Journ.*, t. XX, 1904, p. 81.

La mieux connue est la bande B; je la choisirai comme exemple en la représentant par la formule

$$N = -25,7\,m^2 - 14,8\,m + 1\,456\,120 - 0,0122\,m^3.$$

L'erreur quadratique moyenne sur la fréquence N calculée par cette formule vaut 0,107 Å sur un intervalle de 92 Å; mais sur ν_m, elle ne vaut que 0,075 Å; en particulier, quand on passe de la première partie à la deuxième, les valeurs de ν_m se font très bien suite à travers le trou qui les sépare.

Les formules de Higgs donnent une erreur quadratique moyenne moins grande, soit 0,03 Å, mais, pour la comparaison, il faut tenir compte de ce qu'il emploie quatre formules à coefficients tous différents.

Dans la bande B caractérisée par la formule (1), il manque les deux raies $m = \pm 11$. Le Tableau de Rowland ne contient pas non plus les raies $m = -1$ et $m = -2$.

Bande A. — La formule déduite des nombres de Cornu est

$$N = -20,4\,m^2 - 15\,m + 1\,316\,670 + 0,0005\,m^4;$$

il manque les raies $m = \pm 14$. Le Tableau de Cornu ne commence qu'aux raies $m = \pm 5$: il resterait à décider si les premières raies manquent ou ont échappé par suite de leur faible intensité : la chose ne paraît pas impossible, car la longueur d'onde est déjà très grande (7600 Å).

Bande α. — La formule déduite des nombres de Rowland est

$$N = -30,51\,m^2 - 19\,m + 1\,593\,190 - 0,0026\,m^4 - 0,02\,m^3;$$

il manque les raies $m = \pm 9$.

Il reste encore une bande, celle que Rowland a désignée par δ. Elle a une grande ressemblance avec les trois autres : toutefois les raies de la première partie se prêtent mal à la représentation que j'ai indiquée, mais elles sont très peu intenses, et les difficultés que Rowland y a rencontrées pour trier les raies dues à l'absorption de l'oxygène terrestre devaient être assez grandes pour qu'une confusion n'ait pas été impossible.

Si on laisse de côté l'importante perturbation qui se produit au passage d'une partie à l'autre, on peut, pour les trois bandes A, B et α, énoncer la règle suivante :

Si l'on affecte chaque raie d'un numéro d'ordre convenable positif ou négatif, et si, sur deux axes de coordonnées rectangulaires, on porte en abscisse la fréquence de chaque raie, en ordonnée son numéro d'ordre, les

points représentatifs dessinent une courbe qui a l'aspect d'une parabole complète ayant pour axe une droite parallèle à l'axe des abscisses et dont le sommet est voisin de la tête de bande représentée sur cet axe (numéro d'ordre nul).

SPECTROSCOPIE. — *Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique.* Note de M. G.-A. **Hemsalech**, présentée par M. Deslandres.

Continuant mes recherches sur les mouvements de la vapeur métallique dans l'étincelle de self-induction, j'ai étudié, d'après la méthode indiquée précédemment, les trajectoires des vapeurs de quatorze éléments différents. La longueur de l'étincelle était toujours de 5^{mm}, la self-induction de 0,0125 henry et la capacité de dix plaques condensatrices, excepté dans le cas du calcium et de l'aluminium où l'on était obligé, à cause de la grande quantité de vapeur produite, de n'utiliser que deux et une plaque respectivement.

La vitesse du courant d'air employé pour dévier la trajectoire de la vapeur variait entre $15^{m},3$ et $43^{m},9$ par seconde selon les besoins.

Les valeurs des vitesses données ci-dessous se rapportent toutes au trajet compris entre deux points situés à $0^{mm},54$ et $1^{mm},60$ de l'électrode.

En prenant la moyenne des nombres obtenus pour les différentes images monochromatiques de l'auréole d'un même élément, on a eu soin de ne pas y comprendre les images de grande étendue produites par des raies spectrales de basse température.

Quoique l'étude ait dû être limitée à un petit nombre de corps, les résultats permettent néanmoins d'entrevoir l'existence de certains groupes dans lesquels les vitesses semblent être régies, du moins en partie, par les *poids atomiques*.

Dans le cas de l'argent aucune image suffisamment nette de l'auréole due aux radiations de la vapeur de cet élément n'a pu être relevée avec le spectrographe en verre : on sait que ses raies principales se trouvent dans l'ultraviolet. Or j'ai constaté que la vapeur lumineuse produite par la vaporisation de l'isolant (mastic de Golaz) qui protège l'électrode a toujours à peu près la même vitesse que la vapeur du métal constituant cette dernière. Son spectre se compose principalement des raies du calcium. La vitesse de 14 m : sec, que j'ai indiquée pour l'argent, a été déduite des mesures faites sur la raie 4319 du calcium. Quoique cette valeur soit donnée sous toutes réserves, il est cependant permis d'affirmer que la vitesse de la vapeur de l'argent se

rapproche de celle de la vapeur du cuivre. Les nombres obtenus pour l'étain et l'antimoine sont également incertains à cause d'un manque de netteté des images et de la présence d'impuretés, dont les raies masquaient celles de l'élément à étudier.

Dans le Tableau ci-dessous, qui contient les résultats de cette étude, les éléments ont été groupés afin de faire ressortir les relations possibles entre la vitesse de la vapeur et certaines propriétés chimiques et physiques qui lient les éléments de chaque groupe :

	Vitesse de la vapeur.	Poids atomique.
Magnésium	27,6 m : sec	24,4
Zinc	51 »	65,4
Cadmium	209 »	112
Cuivre	14 »	63,6
Argent	14? »	107,9
Fer	27,2 »	56,0
Nickel	28 »	58,7
Aluminium	34 »	27,1
Thallium	53 »	204,1
Plomb	49,6 »	206,9
Thallium	53 »	204,1
Bismuth	54 »	208,5
Étain	50? »	119,0
Antimoine	68? »	120
Calcium		40
3644, 4227, 4319, 4586	87 »	
3737, 3969	148 »	

Les raies renforcées (*enhanced lines*) du calcium ont donné une vitesse presque double de celle des raies d'arc. Ce fait ne peut pas s'expliquer par une trop grande étendue de l'auréole, car la radiation 3737 donne une image plutôt faible et mince. J'hésite cependant à attribuer ce résultat à l'existence de centres d'émission de nature différente avant d'avoir fait de nouvelles expériences. La raie d'étincelle du magnésium 4481 a donné la même valeur de vitesse que les raies d'arc de cet élément.

L'ensemble des résultats de cette étude permet de faire quelques réflexions intéressantes sur le mode de production de la vapeur mécanique. J'ai déjà mentionné le fait que la vapeur du calcium provenant de la vaporisation de l'isolant qui recouvre presque entièrement la pointe de l'électrode accuse toujours la même vitesse que la vapeur du métal dont est constituée cette dernière. Il semble donc que dans ces conditions de production la vapeur du calcium ne possède pas de vitesse individuelle. Par contre nous avons vu que, quand le calcium constitue l'électrode, sa vapeur est projetée avec une vitesse bien déterminée. Il faut donc conclure que la vapeur du calcium provenant de la décomposition de l'isolant n'est pas projetée, mais simplement entraînée par la vapeur de l'électrode. Or il y a peu de doute que la vaporisation de l'isolant, d'ailleurs très volatil, soit uniquement due à la chaleur dégagée par l'étincelle. D'un autre côté, comme je l'ai démontré, la vitesse de la vapeur projetée de l'électrode n'est pas sensiblement modifiée par des variations de la capacité ou, autrement dit, par des variations de chaleur. De ces considérations il me paraît résulter que la vapeur lumineuse du métal, dont est formée l'électrode, n'est pas produite par des actions thermiques, mais par quelque autre processus, encore inconnu, qui lui imprime en même temps une vitesse caractéristique. Ce processus peut consister en un arrachement des molécules à la surface au moment de la décharge et la vitesse initiale de projection dépendra de la force nécessaire pour vaincre la résistance offerte par la cohésion des molécules. La vitesse de la vapeur dans sa course à travers l'espace d'air entre les électrodes sera sensiblement modifiée par la résistance de l'air et le poids atomique de l'élément.

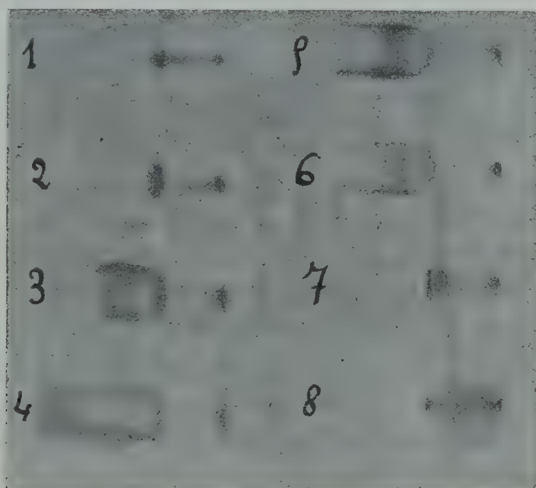
En résumé, les valeurs numériques que j'ai obtenues pour la vitesse de la vapeur lumineuse dans l'étincelle seraient fonctions du poids atomique et de la cohésion moléculaire de l'élément considéré.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur divers aspects de la décharge d'un condensateur.* Note de M. A. **Aubertin**, présentée par M. Villard.

On peut, *à la pression atmosphérique*, obtenir des étincelles de décharge d'un condensateur sous des formes très variées, depuis l'aspect de la décharge dans un tube de Geissler jusqu'à celui de l'étincelle disruptive blanche.

Tœpler [1], Kaufmann [2] ont obtenu la décharge de Geissler en employant des électrodes en ardoise ou en bois. On l'obtient entre des électrodes métalliques de très faible capacité distantes de $0^{mm},5$ à 1^{mm} lorsque le courant est amené à ces électrodes par des conducteurs de très grande résistance.

Une batterie de bouteilles de Leyde est chargée par une machine de Holtz dont l'un des pôles est au sol. Elle se décharge entre des électrodes formées de deux fragments de fil de platine, de $0^{mm},3$ de diamètre et 1^{cm} de longueur, arrondis à leurs extrémités et soudés dans des tubes de verre de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre. Les étincelles s'observent au microscope. Les figures, sur lesquelles la cathode est à gauche, sont des photographies grossies 18 fois. Lorsqu'on intercale sur le circuit deux tubes, remplis d'eau, de 70^{cm} de longueur totale dont on diminue progressivement la résistance en enfonçant les fils reliés à la batterie, puis en remplaçant l'eau par une solution de sulfate de cuivre, l'étincelle prend les différents aspects suivants :



On voit d'abord, sur la cathode, une lueur *bleue* très peu étendue, suivie d'un espace noir trop court pour être visible sur la photographie (*fig*. 1), puis d'une étroite colonne anodique *rose*.

Lorsque la résistance diminue, la gaine cathodique s'étend de plus en plus, la colonne anodique s'élargit et devient moins lumineuse (*fig*. 2, 3 et 4).

Sur la cathode, dans la gaine bleue et jusqu'à une distance de l'extrémité beaucoup plus grande que l'intervalle explosif, on voit ensuite se produire des flammes roses, desquelles sont lancées dans toutes les directions des

[1] *Wied. Ann.*, t. LXIII, 1897, p. 109.

[2] *Wied. Ann.*, t. II, 1900, p. 158.

particules incandescentes. Les particules projetées sont trop peu lumineuses pour être visibles sur les photographies. Pour les plus grandes résistances auxquelles ce phénomène se produit, les particules, qui s'éloignent d'abord de la cathode, font ensuite un crochet qui les en rapproche. La teinte rose de la colonne anodique devient plus violette (*fig.* 5 et 6). Lorsqu'on emploie comme cathode, non plus du platine, mais un fil de cuivre, on observe, au lieu de particules incandescentes, des flammes vertes.

Pour de plus faibles résistances du circuit, la gaine cathodique bleue disparaît, les flammes roses se produisent moins loin du sommet de la cathode où apparaissent des taches blanches très brillantes. La colonne anodique est au centre d'une auréole blanche qui remplit l'intervalle anode-cathode (*fig.* 7).

La cathode devient ensuite de plus en plus brillante; la colonne anodique disparaît peu à peu. La décharge, devenue presque complètement blanche, a le même aspect au voisinage des deux électrodes (*fig.* 8).

Si l'on supprime enfin tout à fait la résistance liquide on obtient l'étincelle blanche oscillante.

Une seule étincelle a suffi pour obtenir la figure 1, mais, l'intensité de l'impression photographique allant en diminuant, on a dû en employer cinq pour la figure 8. Le condensateur était une batterie de 16 bouteilles de Leyde. Pour de plus faibles capacités, l'étincelle présente la même suite d'aspects, elle est seulement moins brillante.

Les potentiels explosifs qui correspondent à la décharge, ayant l'aspect d'un tube de Geissler et à la décharge disruptive, sont peu différents. Je les ai mesurés en éclairant les électrodes avec une lampe à arc, dans le charbon positif de laquelle était une tige d'aluminium; on fixe ainsi avec la plus grande rigueur possible le potentiel explosif. La décharge, qui a l'aspect d'un tube de Geissler, se produit alors toujours pour la même différence de potentiel entre les électrodes; au contraire, pour l'étincelle disruptive blanche et bruyante, la différence de potentiel explosive est plus faible et moins constante. Par exemple, pour un intervalle explosif de $0^{mm},35$, l'étincelle Geissler se produit à 2130 volts et la décharge disruptive entre 2130 volts et 2080 volts. Dans l'air sec, c'est cette dernière valeur qu'on obtient presque constamment. Dans le gaz carbonique sec, la différence entre les potentiels explosifs peut atteindre 200 volts. Ces phénomènes sont analogues à ceux qui ont été découverts par MM. Villard et Abraham sur des étincelles beaucoup plus longues ([1]).

([1]) *Comptes rendus*, 23 mai 1910, p. 1286.

L'étincelle Geissler ne décharge pas complètement le condensateur. Elle laisse subsister entre ses armatures une différence de potentiel d'autant plus grande que la résistance du circuit de décharge est plus grande. Par exemple, la différence de potentiel, initiale entre les armatures, étant 2000 volts, l'étincelle fait diminuer cette différence d'environ :

950 volts	si la résistance du circuit est	une colonne d'eau de	10cm
500	»	»	20
280	»	»	30
250	»	»	50

Le condensateur était une batterie de quatre bouteilles de Leyde.

M. Villard [1] a observé le même phénomène dans des tubes à gaz raréfiés pour des décharges de grande longueur.

PHYSIQUE. — *Sur la tension de vapeur des métaux alcalins entre 250° et 400°.* Note de M. **Louis Hackspill**, transmise par M. Jungfleisch.

On ne trouve dans les Tables de constantes physiques aucune donnée sur la tension de vapeur des métaux alcalins. Le seul travail se rapportant à cette question est, à ma connaissance, celui de M. F.-B. Jewett [2], qui a mesuré les densités de vapeur saturante du sodium entre 368° et 420°, mais n'en a tiré aucune conclusion relative aux pressions, sans doute en raison de l'incertitude qui règne sur le poids moléculaire du sodium. Les nombres obtenus par ce physicien américain sont du reste beaucoup trop forts, pour des raisons que j'indiquerai ailleurs.

Je suis parvenu à obtenir des résultats suffisamment précis, en employant un dispositif qui rappelle celui imaginé par Dulong et Petit, pour la détermination de la densité du mercure à différentes températures. Seulement dans mes expériences, les deux tubes verticaux (250mm de haut sur 8mm de diamètre), reliés à leur partie inférieure par un tube horizontal capillaire (2mm à 3mm de diamètre), étaient après introduction du métal scellés à leur extrémité supérieure, de telle sorte que la dénivellation provenait non seulement de la différence de densité, mais aussi de la tension de vapeur du métal. L'une des branches étant maintenue à t^o, peu supérieur au point de fusion, température pour laquelle la tension est négligeable, et l'autre

(1) *Journal de Physique*, 4e série, t. VII, 1908, p. 325.

(2) F.-B. Jewett, *Philosophical Mag.*, 1902, p. 546.

à $t'^{\circ} > t$, la pression p est donnée en millimètres de mercure par la relation

$$p = \frac{D_f}{13,595}\left[\frac{h}{1+\alpha(t-f)} - \frac{h'}{1+\alpha(t'-f)}\right],$$

h et h' désignant la hauteur des colonnes de métal au-dessus du tube horizontal, D_f la densité du métal fondu au point de fusion f, et α son coefficient de dilatation.

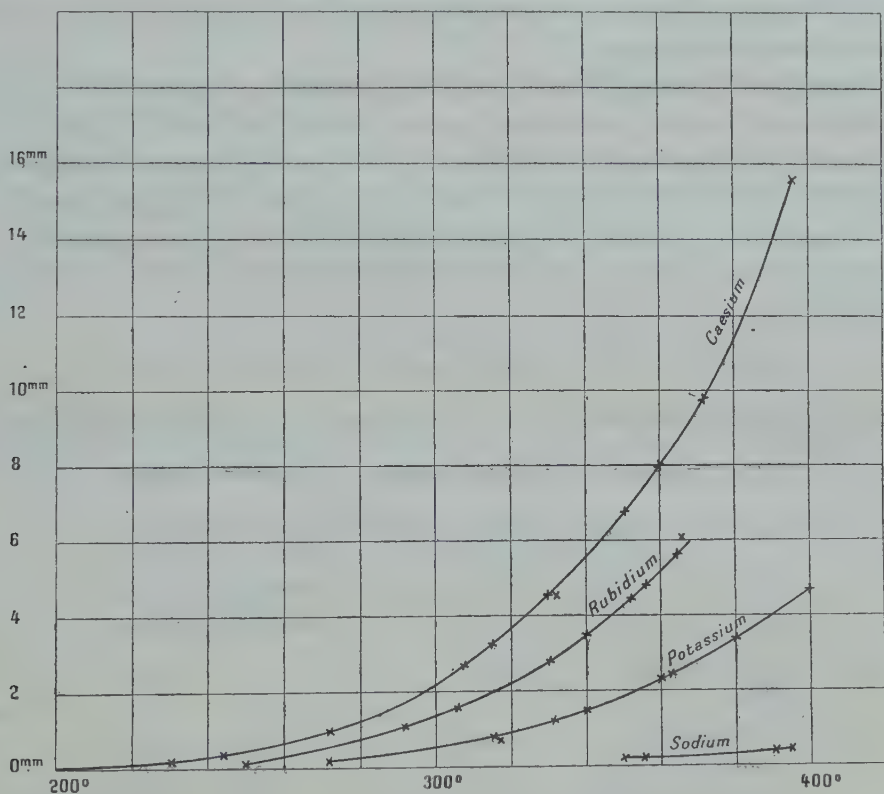
Le remplissage fut effectué par distillation dans le vide de Dewar (charbon dans l'air liquide) en observant les précautions déjà indiquées à diverses reprises à propos des propriétés physiques des métaux alcalins, et l'uniformité de température réalisée dans chaque branche au moyen d'un manchon cylindrique d'aluminium (300 sur 50) chauffé électriquement et recouvert d'amiante. Une fente de 2^{mm} pratiquée suivant une génératrice du cylindre permettait de faire les visées au cathétomètre.

Les résultats suivants ont été obtenus en deux séries de lectures pour chaque métal, chaque branche étant successivement maintenue à une température voisine du point de fusion. Le nombre d'observations est malheureusement limité par l'attaque du verre qui empêche bientôt d'apercevoir le ménisque :

Températures.	Cæsium.	Rubidium.	Potassium.	Sodium.
230°	0,2	»	»	»
244	0,29	»	»	»
250	»	0,06	»	»
264	»	»	0,1	»
272	0,99	»	»	»
292	»	0,98	»	»
305	»	1,46	»	»
308	2,58	»	»	»
315	3,18	»	0,86	»
316	»	»	0,75	»
330	4,27	2,66	»	»
331	»	»	1,15	»
333	4,45	2,95	»	»
340	»	3,29	1,35	»
346	»	3,67	»	»
350	6,72	»	»	0,08
353	»	4,25	»	»
355	»	»	»	0,12
356	»	4,57	»	»
360	»	»	2,13	»
362	»	»	2,22	»

Températures.	Cæsium.	Rubidium.	Potassium,	Sodium.
365°.............	9,01	5,51	»	»
367.............	»	6,14	»	»
380.............	»	»	3,04	»
390.............	»	»	»	0,21
397.............	15,88	»	»	0,26
400.............	»	»	4,61	»

Cette suite de nombres peut être représentée d'une façon claire par les courbes suivantes :



Si l'on porte en ordonnées, au lieu des pressions, leurs logarithmes, les courbes obtenues sont sensiblement rectilignes, comme on pouvait le prévoir; elles sont de plus à peu près parallèles entre elles.

La détermination de la densité de vapeur saturante, que j'ai l'intention de publier prochainement, ne m'a pas fourni de résultats aussi concordants que ceux qui précèdent, elle permet cependant de conclure à la monoato-

micité du rubidium et du potassium ; elle donne en outre, par application de la formule de Clapeyron, une idée sur les chaleurs latentes de vaporisation des métaux alcalins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la détermination en valeur absolue de la masse des molécules des liquides et plus spécialement de la molécule de mercure.* Note [1] de M. **Alfred Henry.** (Extrait.)

Le calcul est basé sur les hypothèses suivantes :

1° Un liquide est formé de molécules sphériques glissant les unes contre les autres sans frotttement.

2° L'*énergie de passage*, absorbée lorsqu'une molécule passe de l'intérieur à l'extérieur du liquide, est mesurée par la chaleur interne de vaporisation.

3° L'*énergie d'approche*, absorbée lorsqu'une molécule passe de l'intérieur à la surface du liquide, est égale à l'énergie superficielle de cette molécule.

4° L'énergie de passage est égale au double de l'énergie d'approche.

On trouve ainsi, pour le mercure, en appelant d_0 le diamètre, p_0 le poids d'une molécule :

$$d_0 \times 10^8 = 3^{cm},48, \qquad p_0 \times 10^{24} = 300^g, \qquad N_0 = 66,6 \times 10^{22},$$

nombres presque identiques à ceux qui résultent des mesures de M. Perrin :

$$d_0 \times 10^8 = 3^{cm},46, \qquad p_0 \times 10^{24} = 295^g, \qquad N_0 = 67,8 \times 10^{22}.$$

La concordance est moins parfaite pour les corps suivants :

	Valeurs de $d_0 \times 10^8$.	
	Henry.	Perrin.
	cm	cm
Chloroforme	2,2	6,1
Éther	2,1	5,3
Acétone	1,7	4,7
Eau	1,0	2,9
Sulfure de carbone	0,9	4,4

Il n'est sans doute pas permis, lorsque la température critique n'est pas extrêmement élevée, de négliger l'existence de la couche de passage. Peut-être faut-il admettre que les molécules qui ne sont pas monoatomiques ont la forme d'un ellipsoïde.

---

[1] Reçue dans la séance du 25 mars 1912.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cinétique photochimique des acides chloroplatiniques en solution très étendue*. Note de MM. **Marcel Boll** et **Paul Job**, transmise par M. A Haller.

On sait depuis longtemps que les solutions d'acide (hexa) chloroplatiniques évoluent sous l'action de la lumière. Kohlrausch (1) a même étudié les variations de conductivité des acides hexachloroplatiniques $[PtCl^6]H^2$ et tétrachloroplatinique $[PtCl^4(OH)^2]H^2$; mais il n'a pu tirer de ses expériences que des conclusions incomplètes, car, d'une part, il opérait dans des conditions de rayonnement fort mal définies, et, d'autre part, il employait des solutions trop concentrées, pour déduire de ses mesures des renseignements quantitatifs.

Nous avons appliqué la méthode décrite précédemment par l'un de nous (2) à l'étude de l'évolution photochimique des acides de la série chloroplatinique. 1^{cm^3} de la solution est placé dans une cuve plate, de forme allongée, à électrodes fixes, qu'on éclaire par la surface libre et qu'on recouvre d'une lame de quartz, pour éviter toute évaporation. On forme, dans le liquide, au moyen d'une lentille en quartz, l'image d'un arc au mercure (3) ; il faut avoir soin d'interposer sur le trajet des rayons une autre cuve à parois de quartz, remplie d'eau : une épaisseur de quelques centimètres d'eau laisse passer le spectre ultraviolet, mais absorbe les radiations infrarouges (4), qui produiraient dans la solution une élévation de température capable de fausser les mesures de résistivité.

Nos mesures ont porté sur des solutions dix-millinormales, et l'expérience montre qu'alors la dissociation électrolytique peut, sans erreur sensible, être considérée comme complète. Dans ces conditions, la loi d'additivité permet de déterminer à chaque instant la composition du liquide.

---

(1) Kohlrausch, *Zeitschrift für phys. Chem.*, t. 33, 1900, p. 257.

(2) Marcel Boll, *Application de l'électromètre à l'étude des réactions chimiques dans les électrolytes* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 349).

(3) La lampe utilisée, en quartz, a été construite par M. Édouard Urbain ; elle est verticale, avec une ampoule de condensation. La longueur de l'arc est de 90^{mm} et son diamètre de 14^{mm}; l'intensité ne dépasse pas 3 ampères et la différence de potentiel est, dans nos expériences, de 20 volts. L'examen des résultats obtenus montre que son émission est d'une constance tout à fait remarquable.

(4) Buisson et Fabry, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1840.

Supposons que l'électrolyte évolue d'un état initial A à un état final B, suivant la réaction totale ou partielle, peu importe



$$A \rightarrow B,$$

sans qu'il soit nécessaire de rien supposer sur la nature des systèmes de corps A et B, si ce n'est que ce sont des mélanges d'électrolytes totalement dissociés. Désignons par μ_A et μ_B les conductivités moléculaires des systèmes A et B; soit c la concentration initiale de A en molécules-grammes par litre. Au temps t, elle devient $c(1-x)$; celle de B est alors cx et la solution (de conductivité γ) possède une conductivité moléculaire μ donnée par la relation

$$\mu = \frac{\gamma}{c} = (1-x)\mu_A + x\mu_B,$$

d'où l'on tire x, en fonction de données toutes accessibles à l'expérience,

$$x = \frac{\mu - \mu_A}{\mu_B - \mu_A}.$$

Ainsi, par une mesure de conductivité, on peut connaître, à chaque instant, la composition de la solution.

Nous avons jusqu'à présent étudié les transformations des acides hexa-, penta-, tétra- et dichloroplatiniques, qui présentent une très grande sensibilité à la lumière.

Il était naturel de songer à leur appliquer les lois de la cinétique chimique. Le Tableau suivant donne, en fonction du temps t (en heures), les valeurs obtenues par la proportion $(1-x)$ de l'acide primitif dans la solution $c = 10^{-4}$; en outre, nous indiquons les valeurs des coefficients de vitesse de la réaction, supposée soit monomoléculaire (K_1), soit bimoléculaire (K_2) [1]:

$$K_1 = \frac{1}{t} \operatorname{Log} \frac{1}{1-x},$$

$$K_2 = \frac{1}{tc} \frac{x}{1-x}.$$

---

[1] L'hypothèse d'une réaction bimoléculaire *partielle* aboutit, dans le cas présent, à une impossibilité; celle d'une réaction monomoléculaire *partielle* redonnerait le même coefficient K_1.

t en heures.	$(PtCl^6H^2)$. Temp. = 14°,8.			$[PtCl^5(OH)]H^2$. Temp. = 13°,6.		$[PtCl^4(OH)^2]H^2$. Temp. = 13°,7.			$[PtCl^2(OH)^4]H^2$. Temp. = 11°,9.	
	$(1-x)$.	$K_1.10^3$.	$K_2.10^{-2}$.	$(1-x)$.	$K_2.10^{-2}$.	$(1-x)$.	$K_1.10^3$.	$K_2.10^{-2}$.	$(1-x)$.	$K_2.10^{-2}$.
1...	0,572	106	75	0,482	105	0,572	106	75	0,825	21
2...	0,388	89	79	0,337	99	0,427	80	67	0,721	19
3...	0,295	77	80	0,259	99	0,335	69	66	0,643	18
4...	0,239	68	79	0,204	98	0,273	60	67	0,577	18
5...	0,199	61	79	0,175	95	0,231	55	66	0,513	19
6...	0,172	55	79	0,150	95	0,201	50	66	0,462	19
7...	0,159	49	76	0,130	96	0,178	47	66	0,413	20
8...	0,140	46	77	0,116	95	0,158	44	67	0,375	21
9...	0,125	44	78	0,104	96	0,144	41	66	0,345	21
10...	0,112	41	79	0,094	96	0,132	38	66	0,321	21
11...	0,102	38	80	0,087	96	0,121	36	66	0,309	20
12...	0,094	36	80	0,081	95	0,113	34	66	0,300	19

On voit que le coefficient de vitesse K_2 reste très rigoureusement constant. Nous essaierons de préciser la nature de ces transformations, mais nous croyons pouvoir conclure dès maintenant que *tout se passe comme si* les ions de la série chloroplatinique évoluaient, sous l'influence de la lumière, suivant une réaction *bimoléculaire totale*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Analyse thermique de l'hexachloréthane et de ses mélanges binaires*. Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. E. Bouty.

Le refroidissement de l'hexachloréthane solide C^2Cl^6 présente deux temps d'arrêt : le premier, assez diffus, se produit aux environs de 125°; le deuxième, extrêmement net, a lieu à 71°,6.

Ce corps peut donc exister sous trois formes solides différentes : la variété α, stable au-dessus de 125°; la variété β, dont le domaine d'existence est compris entre 125° et 71°,6; la forme γ, stable au-dessous de 71°,6 [1].

Le premier ralentissement du refroidissement s'étale toujours sur un intervalle de température de 3 à 4 degrés. J'ai pensé qu'il serait possible d'en préciser la position par l'analyse thermique des mélanges binaires du dérivé chloré, puisqu'à la température de transformation le *liquidus* pouvait présenter un point anguleux bien marqué; l'étude des mélanges d'éthane

(1) En 1882, Lehmann, étudiant la séparation de C^2Cl^6 de ses solutions, à haute température, a signalé l'existence de trois formes cristallines de ce corps.

hexachloré avec le naphtalène et le phénanthrène a vérifié ces présomptions et m'a fait même entrevoir certains phénomènes assez rarement signalés.

La figure 1 donne l'aspect général du *solidus* ELGFHA et du *liquidus* ABCDE.

Après solidification complète, le solide hétérogène obtenu est formé de cristaux du constituant dominant englobés dans un eutectique dû à la juxtaposition de l'hexachloréthane et du carbure purs.

Pour les mélanges riches en hexachlorure, le *solidus* présente deux points anguleux de transition B et C dont le premier, particulièrement net, fixe à 125° la température d'équilibre des formes α et β.

L'allure des courbes est précisée par le Tableau suivant :

		C^2Cl^6 + naphtalène.	C^2Cl^6 + phénanthrène.
A.	abscisse...	100 pour 100 en poids de C^2Cl^6	100 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	187°	187°
B.	abscisse...	78 pour 100 en poids de C^2Cl^6	82 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	125°	125°
C.	abscisse...	61 pour 100 en poids de C^2Cl^6	55 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	71°,6	71°,6
D.	abscisse...	52,5 pour 100 en poids de C^2Cl^6	48 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	56°,5	65°,6
E.	abscisse...	0 pour 100 en poids de C^2Cl^6	0 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	80°	99°

Une particularité intéressante est offerte par les mélanges riches en hexachloréthane.

A la température de 71°,6 la variété γ, qui se forme par refroidissement, a la propriété de pouvoir dissoudre un peu de carbure tant que la température reste supérieure à la température eutectique; les cristaux mixtes qui se forment correspondent aux divers points de la courbe FG, mise en évidence par un léger refroidissement et la durée maxima présentée au point F par l'arrêt à 71°,6.

L'abscisse du point F correspond à 92 pour 100 de C^2Cl^6 dans les mélanges naphtaléniques et à 87 pour 100 dans les mélanges phénanthréniques.

Il est dès lors facile de voir que les mélanges contenant au moins cette teneur en hexachlorure seront entièrement solidifiés à 71°,6, mais qu'un abaissement de température les reliquéfiera partiellement lorsque leur point figuratif pénétrera dans la région CDFG du diagramme. Il y a là un phénomène assez rarement observé, mais dont un exemple bien connu est offert par certains bronzes riches en étain, étudiés par Heycock et Neville.

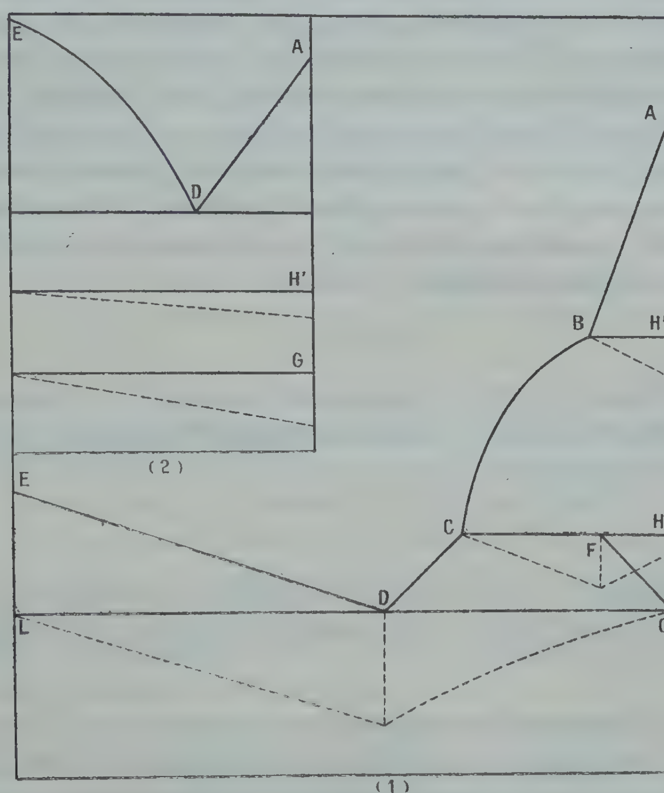
On peut utiliser ces courbes pour calculer la constante cryoscopique K, figurant dans la formule classique :

$$\Delta = \mathrm{K}\,\frac{p}{\mathrm{M}}.$$

Pour les solutions de phénanthrène, les valeurs de $\frac{\Delta}{p}$ restent constantes quelle que soit la concentration, et égales à 3,13; on en déduit une première valeur

$$\mathrm{K}_1 = 557.$$

Au contraire, l'abaissement du point de solidification de l'hexachloréthane



contenant du naphtalène dissous croît plus lentement que la concentration; pour des solutions diluées, $\frac{\Delta}{p}$ prend la valeur limite 4,4, d'où résulte la valeur

$$\mathrm{K}_2 = 563.$$

On peut donc prendre, pour constante cryoscopique de C^2Cl^6,

$$K = 560.$$

La formule de Van 't Hoff donne alors pour chaleur de fusion moléculaire

$$LM = 1789^{cal}$$

et la formule de M. de Forcrand donne pour chaleur de vaporisation

$$L'M = 12931^{cal},$$

valeur qui semble déterminée avec précision, car l'hexachloréthane a des points de fusion et d'ébullition normale pratiquement confondus.

Un dernier renseignement intéressant a été enfin fourni par l'étude des mélanges binaires de C^2Cl^6 et d'anthracène, isomère du phénanthrène.

La haute température de fusion de l'anthracène relève le point eutectique à 140°, de telle sorte que le *liquidus* (*fig.* 2) ne présente plus de point de transition. Les seules particularités sont les points d'arrêt à 125° et à 71°,6, témoignant des transformations cristallines de l'hexachlorure. Mais si l'on calcule, en solution très diluée, le poids moléculaire de l'anthracène dissous dans l'hexachloréthane, on trouve

$$M = 350.$$

valeur sensiblement double du poids moléculaire 178 de l'anthracène.

En solution diluée dans l'hexachloréthane, l'anthracène se transforme donc en paraanthracène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther diméthylique du pentinediol-* 1.5 *et son hydrogénation*. Note de M. **Lespieau**, transmise par M. Haller.

Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1761), j'ai montré qu'on pouvait arriver aux glycols biprimaires linéaires en prenant comme point de départ les glycols biprimaires mono- ou biacétyléniques; mes recherches n'avaient porté toutefois que sur des glycols de rang pair, ceux en C^4, C^8 et C^{10}, aussi me suis-je proposé de les étendre aux composés de rang impair et d'arriver en particulier au glycol pentaméthylénique.

A cet effet j'ai commencé par préparer un dérivé du pentinediol- 1.5

encore inconnu, son éther diméthylique, corps répondant à la formule



$$CH^3 - O - CH^2 - C \equiv C - CH^2 - CH^2 - O - CH^3.$$

Mon point de départ a été l'éther méthylique du butine-1-ol-4, dont j'ai indiqué autrefois la préparation (*Comptes rendus*, t. 144, p. 1161); j'en ai fait un dérivé magnésien mixte que j'ai attaqué ensuite par l'éther chlorométhylique, ce qui m'a conduit au résultat cherché.

L'éther diméthylique du pentinediol-1.5 est un liquide bouillant à 176°-177° sous 760mm; sa densité à 16° égale 0,9385, son indice pour la raie D est 1,442 à la même température; ces nombres indiquent une réfraction moléculaire égale à 36,05 au lieu de 35,80 calculé. La cryoscopie du corps en solution acétique a indiqué un poids moléculaire égal à 129 au lieu de 128; le dosage de carbone et hydrogène a donné C 65,51, H 9,46.

Le corps présente bien les caractères d'un composé acétylénique bisubstitué : il précipite les solutions aqueuses de sublimé, et le précipité distillé avec de l'eau acidulée fournit un liquide colorant le nitroprussiate alcalinisé, mais non le réactif de Schiff.

Il fixe facilement deux atomes de brome donnant ainsi l'éther diméthylique du dibromo-2.3-pentènediol-1.5, liquide bouillant à 132°-133° sous 15mm. Le poids moléculaire de ce composé bromé a été trouvé par cryoscopie égal à 288,8 au lieu de 288. Il renfermait 55,61 pour 100 de brome.

J'ai effectué l'hydrogénation du diéther acétylénique en C^5, comme celles que j'ai précédemment décrites, en utilisant l'action catalytique du noir de platine à froid; la quantité d'hydrogène absorbée s'est trouvée supérieure d'un quart environ à celle qui aurait suffi pour saturer la triple liaison; le but que je me proposais d'atteindre avait donc été partiellement dépassé. Et en effet, à la rectification, après avoir éliminé l'alcool méthylique dont je m'étais servi pour diluer l'éther acétylénique, j'ai pu isoler deux produits en quantité à peu près égale.

Celui qui bout le plus haut passe à 156°-157° sous 760mm : c'est l'éther diméthylique du glycol pentaméthylénique. Sa cryoscopie acétique indique un poids moléculaire égal à 132. J'y ai trouvé pour 100 : C 63,31; H 12,30; j'ai d'ailleurs vérifié que l'alcool méthylique sodé, réagissant en excès sur le bromure de pentaméthylène, fournit un corps identique au précédent.

Mais la rectification du liquide ayant subi l'action hydrogénante fournit aussi un liquide bouillant à 99°-100° sous 760mm. Ce dernier est l'éther

méthylique du pentanol, c'est-à-dire le corps



$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - O - CH^3.$$

Sa cryoscopie m'a en effet donné 101 comme poids moléculaire au lieu de 102, et j'y ai trouvé pour 100 : C 70,45; H 13,84. D'autre part j'ai fait réagir l'éther chlorométhylique sur le bromure de butylmagnésium et j'ai obtenu ainsi un liquide de poids moléculaire cryoscopique égal à 108 et bouillant à 99°-100°.

Ainsi donc, comme je l'avais déjà signalé à propos de l'hydrogénation de l'éther diméthylique de l'octodiinediol (*loc. cit.*), l'hydrogène en présence de noir de platine peut attaquer, au moins dans certaines conditions, la fonction éther-oxyde; on passe ainsi d'un alcool à un carbure saturé. Il y a en même temps production d'alcool méthylique; comme j'avais employé cet alcool pour diluer mon diéther, je ne pouvais chercher s'il s'en était fait aux dépens de ce dernier; mais des recherches poursuivies dans mon laboratoire par Mlle Rouvière ont mis hors de doute, lors de l'hydrogénation platinique de l'éther diméthylique du butinol-1.4, la production d'alcool méthylique qui a pu être isolé en nature et bien caractérisé; l'analogie des deux cas est trop grande pour qu'on ne soit pas en droit de conclure de l'un à l'autre.

BOTANIQUE. — *Sur les mitochondries des organes sexuels des végétaux.* Note [1] de **M. A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'étude des mitochondries des grains de pollen est aujourd'hui assez bien connue, mais celle du chondriome de l'ovule et du sac embryonnaire n'a pas été encore entreprise. Nous avons donc jugé bon de combler cette lacune.

Notre étude a porté sur un certain nombre d'ovaires de fleurs de serre (Canna, Tulipe, Amaryllis) et spécialement sur diverses espèces du genre Lilium (*L. candidum* et *L. rubrum*).

I. *Ovaires*. — Prenons comme exemple le *Lilium candidum ;* les échantillons dont nous avons disposé ne nous ont pas pas permis d'observer les premiers stades du développement du sac embryonnaire. Ils commençaient au stade de la seconde mitose du sac embryonnaire. Observons donc le chrondriome des diverses cellules de l'ovaire à différents stades de son

(1) Présentée dans la séance du 25 mars 1912.

développement dans les coupes transversales fixées et colorées par la méthode de Regaud.

a. Carpelles. — Dans les carpelles, aux stades les plus jeunes que nous avons pu examiner, on observe de nombreux chondriocontes dans l'épiderme, dans les cellules parenchytameuses avoisinant les faisceaux libéro-ligneux et dans les cellules libériennes. Dans les autres cellules du parenchyme, ces éléments sont beaucoup plus rares, mais à leur place on trouve des chloroplastes. Ceux-ci sont généralement très petits et offrent la forme de bâtonnets courts et trapus de fuseaux ou d'haltères. Comme ces cellules renferment presque constamment, en même temps que les chloroplastes, quelques chondriocontes et qu'on y trouve des stades intermédiaires entre ces deux formations on peut donc admettre que les chloroplastes résultent de la transformation des chondriocontes.

Dans les stades plus avancés, les chloroplastes élaborent sur leur périphérie un énorme grain d'amidon qui ne tarde pas à se résorber. Cette résorption est suivie d'une augmentation de volume des chloroplastes qui prennent l'aspect de gros grains ovoïdes ou sphériques d'aspect homogène.

b. Ovules. — Dans les ovules, nous avons pu mettre en évidence l'existence de chondriocontes dans la plupart des cellules (funicule, téguments et nucelles). Dans le tégument externe, on voit ces éléments grossir et se transformer progressivement en chloroplastes.

Enfin les mitochondries sont particulièrement abondantes dans le sac embryonnaire [1]. Ici le chondriome est constitué : 1° par de nombreuses mitochondries enchevêtrées les unes dans les autres et constituant, tout autour des noyaux en voie de mitose, une zone épaisse et confuse; 2° par des mitochondries beaucoup plus espacées et dispersées dans tout le cytoplasme de la cellule. Ces éléments, aussi bien ceux de la zone périclunéaire que ceux qui sont disséminés dans le reste du cytoplasme, se présentent sous forme de chondriocontes, de mitochondries granuleuses et surtout de chondriocontes plus ou moins allongés, mais le plus souvent courts. Le chondriome persiste sous cette même forme aux stades suivants, lorsque les 8 noyaux du sac embryonnaire sont constitués et après la délimitation des synergides, de l'oosphère et des antipodes, et chacun des 8 noyaux apparaît entouré d'une zone épaisse de mitochondries. Mais on observe à ce moment la formation, au voisinage de ces noyaux, d'un assez grand nombre de grains sphériques, ovoïdes ou fusiformes, beaucoup plus gros que les mitochondries, mais se colorant de la même manière par la méthode de Regaud. Il ne nous est pas possible pour le moment de nous prononcer sur la signification de ces corps qui semblent dériver de la transformation d'une partie des mitochondries.

L'étude des ovaires d'autres fleurs nous a montré des phénomènes analogues, c'est-à-dire l'existence de nombreux chondriocontes, dans toutes les cellules du nucelle,

---

[1] Il ne nous est pas possible pour le moment de dire si les mitochondries correspondent à l'ergastoplasme décrit par un certain nombre d'auteurs, entre autres les frères Bouin et Souèges.

avant et après la formation du sac embryonnaire et dans ce dernier, lorsqu'il est différencié.

II. *Anthère.* — L'étude de l'anthère de la Courge et de l'Érythrine nous a permis également de mettre en évidence la présence de nombreuses mitochondries dans les cellules nourricières de grains de pollen et dans les grains de pollen eux-mêmes. L'existence d'une chondrie dans ces cellules avait déjà été observée dans d'autres fleurs par un certain nombre d'auteurs (Tischler, Meves, Nicolosi-Ronati, Lewistsky, Bonnet).

III. *Conclusions.* — Ces résultats montrent que les mitochondries se rencontrent d'une manière constante dans les cellules des organes sexuels des végétaux, en particulier dans l'oosphère et le grain de pollen. On peut donc conclure que les mitochondries se transmettent de la plante mère à l'œuf. Nous avons montré d'autre part, dans des recherches récentes, que les mitochondries se retrouvent en grand nombre dans toutes les cellules des plantules au début de la germination des graines ; un certain nombre d'entre elles se différencient entre amyloplastes ou leucoplastes et élaborent de l'amidon ; les autres se transforment en chloroplastes ; beaucoup enfin persistent dans certaines cellules et ont des destinées encore inconnues.

Il est légitime d'admettre que ces mitochondries résultent de la division des mitochondries préexistantes de l'œuf.

On sait que, d'après les idées de Schimper et de A. Meyer, actuellement admises par la grande majorité des botanistes, les plastes végétaux (amyloplastes, chloroplastes, etc.), dérivent toujours d'éléments préexistants, de petits leucoplastes qui se trouvent dans l'œuf et se transmettent par division de cellules en cellules pendant le développement de l'œuf. Malgré leur petitesse et la difficulté que présente leur différenciation, il semble que les mitochondries que nous venons de décrire et qu'une observation attentive permet toujours d'observer dans les cellules vivantes, correspondent aux éléments que Schimper et A. Meyer ont constatés dans l'œuf. Ces auteurs les décrivent comme de petits corpuscules peu visibles, très difficiles et parfois, souvent même, impossibles à colorer ; ils ne semblent pas, d'ailleurs, les avoir observés avec beaucoup de précision.

Nos résultats ne sont donc pas en contradiction avec les conceptions de Schimper et de A. Meyer, seulement ils montrent que les corps, considérés par Schimper et A. Meyer comme les leucoplastes, sont en réalité des éléments jouant un rôle infiniment plus général que ne le pensaient ces auteurs, puisqu'ils correspondent aux mitochondries des cellules animales qui, d'après

ce que l'on sait, sont des organites du cytoplasme aux dépens desquels s'élaborent la plupart des produits de sécrétion ou de différenciation de la cellule.

Une étude plus complète de la destinée des mitochondries des végétaux montrera sans doute que ces éléments ont aussi, dans la cellule végétale, des rôles multiples.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une méthode de culture des plantes supérieures en milieux stériles.* Note (1) de M. **Raoul Combes**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Plusieurs dispositifs ont été employés pour cultiver les végétaux supérieurs à l'abri des microorganismes. La plupart permettent de cultiver les plantes de façon que leurs racines se développent dans un milieu de culture stérile et leurs organes aériens dans une atmosphère limitée, également stérilisée, et ne communiquant avec l'air extérieur que par des ouvertures fermées au coton. Cependant, si l'on se propose, par exemple, d'étudier les phénomènes de nutrition tels qu'ils se produisent chez les végétaux se développant dans les conditions naturelles, on ne peut utiliser ces dispositifs, car la plupart des recherches expérimentales relatives à ces questions exigent l'emploi de méthodes de culture dans lesquelles les plantes puissent se développer à la fois dans un milieu nutritif stérile et dans des conditions aussi voisines que possible des conditions naturelles.

Je me suis proposé de réaliser la culture d'une plante supérieure dans des conditions telles que *le développement de ses racines se produise dans un milieu qui puisse rester rigoureusement stérile pendant toute la durée des cultures, et celui des organes aériens dans l'air libre*.

Les graines sont stérilisées à l'aide de bichlorure de mercure, suivant la technique qui a été indiquée par Molliard (2). Elles sont mises à germer dans des tubes à essais stérilisés, sur du coton hydrophile humide. Dès que la germination a commencé, chacune des graines restées stériles est transportée dans l'un des appareils de culture que je vais décrire ci-dessous.

Chacun de ces appareils (*fig.* 1) est constitué par un flacon à fond rond ayant deux

---

(1) Présentée dans la séance du 25 mars 1912.

(2) M. Molliard, *Action morphogénique de quelques substances organiques sur les végétaux supérieurs* (*Revue générale de Botanique*, t. XIX, 1907, p. 243).

tubulures, une latérale *tu*, et une supérieure présentant un renflement *r* et se terminant par un col étranglé à la base en e^1. La partie renflée de cette tubulure est également séparée du reste du flacon par un second étranglement très prononcé e^2. On introduit dans le col de cette tubulure supérieure un tube de verre cylindrique *t* qui a été préalablement enroulé dans une bande de coton hydrophile *co*, et dont l'extrémité inférieure a été recouverte d'un morceau de fine gaze à larges mailles *g*; l'en-

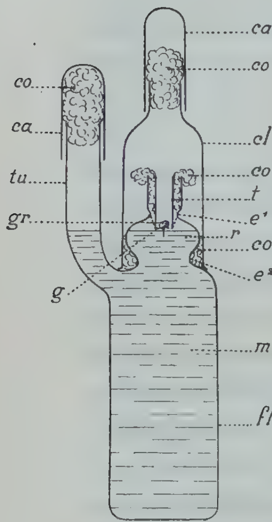


Fig. 1.
Schéma de l'appareil de culture après l'ensemencement.

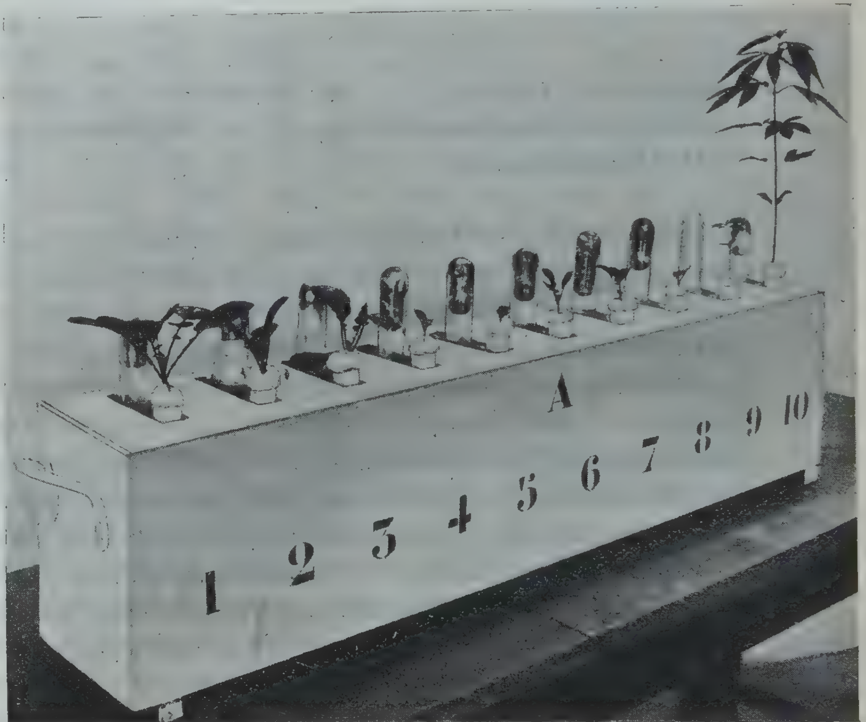


Fig. 2.

semble du tube et du coton qui l'entoure doit pénétrer à frottement dur dans la tubulure. Une épaisse bande de coton hydrophyle est ensuite placée autour de la partie étranglée e^2, et sert à fixer une cloche *cl* qui doit également entourer à frottement dur le coton *co* de l'étranglement e^2. L'ouverture supérieure de la cloche ainsi que la tubulure latérale sont obturées par des tampons de coton, et sont recouvertes par des capuchons de verre *ca*.

Chacun des appareils ainsi préparés est stérilisé à une température de 150° pendant une demi-heure. Le milieu de culture préalablement stérilisé est introduit aseptiquement dans ces appareils par l'intermédiaire de la tubulure *tu*, et de manière que le niveau supérieur du liquide vienne mouiller la gaze *g*.

Les appareils ainsi préparés sont laissés au repos pendant un mois. Si,

après cette période, les milieux de culture sont restés stériles, l'ensemencement peut être fait. Une graine *g*, ayant commencé à germer dans les conditions qui ont été indiquées plus haut, est portée aseptiquement sur la gaze de chacun des appareils, où la germination continue. La jeune racine se développe dans le milieu de culture stérile, tandis que la tigelle s'allonge dans le tube *t*. Lorsque la tigelle a acquis une longueur suffisante, la cloche *cl* est enlevée, le tube *t* est retiré lentement avec une pince flambée, et à mesure qu'il est soulevé le coton qui l'entoure s'affaisse peu à peu et vient de lui-même entourer la tigelle de la jeune plante. Il reste alors à tasser le coton, avec une pince flambée, autour de la tigelle. Dans ces conditions, la croissance de la plante se poursuit, les racines se développent dans un milieu absolument stérile, et les organes aériens dans l'air libre.

La figure 2 indique le dispositif qui a été adopté pour rendre pratique la culture, dans ces conditions, d'un nombre d'individus assez considérable. Les appareils sont disposés 10 par 10 dans des supports en bois dont les parois intérieures sont peintes en noir. Les deux tubulures de chaque flacon de culture sortent seules des supports, le flacon lui-même est enfermé, et les racines qui se trouvent dans le milieu de culture qu'il contient se développent dans l'obscurité, comme cela a lieu dans les conditions naturelles.

Les supports contenant les appareils sont placés en plein air sous un abri vitré, de manière à éviter que la pluie ne mouille les cotons.

A la fin des expériences, une petite quantité de liquide de culture (1^{cm^3} à 2^{cm^3}) est prélevée aseptiquement dans chacun des appareils, puis ensemencée, d'une part, sur du bouillon de viande, d'autre part, sur du bouillon de carotte. L'absence de développement de tout microorganisme dans les liquides de culture eux-mêmes, ainsi que dans ces bouillons, permet de reconnaître que les milieux nutritifs sont restés stériles pendant toute la durée du développement des plantes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'arsenic dans quelques aliments végétaux.* Note de MM. **F. Jadin** et **A. Astruc**, présentée par M. Guignard.

En 1850, Stein démontrait (*Journ. für prak. Chemie*, t. L, p. 302) que les cendres de Chou (*Brassica oleracea*), de Navet (*Brassica Rapa*), de tubercules de Pomme de terre contiennent des quantités sensibles d'arsenic; en 1851, revenant sur la question (*Journ. für prak. Chemie*, t. LIII, p. 37), l'auteur trouvait 0,11 d'arsenic pour 10000

de toile de Lin, 2 d'arsenic pour 10000 de cendres de paille de Seigle, 3 d'arsenic pour 10000 de cendres d'excréments de vache.

En rappelant les résultats consignés dans ces Mémoires, M. A. Gautier, en 1900, faisait remarquer l'intérêt qu'il y aurait à poursuivre la recherche de l'arsenic dans le règne végétal (*Comptes rendus*, t. 130, p. 289).

Depuis lors, les recherches minutieuses et patientes de M. A. Gautier et de M. G. Bertrand ont surtout porté sur le règne animal et ont, semble-t-il, définitivement démontré que l'arsenic existe normalement chez l'homme et les animaux où il est considéré, par la plupart des auteurs, comme faisant partie intégrale du protoplasma, au même titre que l'azote, le carbone, le phosphore, etc.

Quant à l'origine de cet arsenic, l'on admet généralement qu'elle est due, en grande partie, aux aliments fournis par les divers règnes de la nature. Toutefois, les aliments végétaux ont été peu étudiés. Les seuls exemples qui, à notre connaissance, aient été publiés comme renfermant de l'arsenic sont le Chou, le Navet, la Pomme de terre, le Blé, l'Oseille (Stein, A. Gautier et P. Claussmann).

En présence du petit nombre de travaux concernant le règne végétal, nous avons pensé qu'il y aurait quelque intérêt à étendre à d'autres exemples d'aliments végétaux la recherche de l'arsenic.

A cet effet, nous avons adopté la méthode de destruction des matières organiques de M. A. Gautier, modifiée par M. G. Bertrand (*Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. XXIX, 1903, p. 242); l'anneau d'arsenic a été produit dans un appareil de Marsh fonctionnant d'après les indications de M. A. Gautier (*Bull. Soc. chim.*, 7e série, t. XXVII, p. 1030) avec la simple modification de forme du flacon producteur d'hydrogène, telle que nous l'avons décrite ailleurs (*Journ. de Pharm. et Chim.*, 7e série, t. V, p. 233).

Tous nos réactifs ont été soigneusement vérifiés et la purification de l'hydrogène sulfuré, en particulier, a été l'objet de toute notre attention. Nous avons uniformément opéré en partant de 200g de matière et en employant les proportions de réactifs indiquées ci-dessous; la dernière colonne seule exprime en milligrammes la quantité d'arsenic rapportée à 100g de substance.

En considération de ces résultats, il nous semble que l'arsenic rencontré dans l'organisme animal peut provenir, en partie tout au moins, des aliments d'origine végétale. Nous pensons pouvoir, à bref délai, étendre ces données à d'autres végétaux.

Champignons.

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
1. Champignons de couches.....	environs de Montpellier	70	10	0,006
2. Truffes noires..............	Vaucluse	105	13	0,020
Légumes secs.				
3. Riz........................	Japon	175	26	0,007
4. Haricots rouges............	inconnue	210	40	0,025
5. Haricots blancs............	»	175	40	0,010
6. Pois chiches...............	»	175	40	0,009
7. Pois cassés................	»	135	16	0,026
8. Lentilles..................	»	175	40	0,010
Légumes frais.				
9. Artichauts.................	environs de Montpellier	175	16	0,010
10. Salsifis..................	»	85	12	0,007
11. Chicorée..................	»	70	10	0,010
12. Cardon....................	»	105	13	0,009
13. Mâche commune ou Doucette.	»	85	13	0,009
14. Laitue....................	»	70	10	0,023
15. Épinards..................	»	70	10	0,009
16. Courge....................	»	70	10	0,009
17. Fèves.....................	»	105	12	0,020
18. Petits pois................	»	140	16	0,004
19. Céleri....................	»	70	10	0,020
20. Carottes..................	»	70	10	0,005
21. Radis.....................	»	70	10	0,010
22. Cresson de fontaine........	»	70	9	0,012
23. Chou-fleur................	»	70	10	0,008
24. Asperges sauvages (pointes)..	garrigues calc. de Montpellier	105	13	0,010
25. Poireaux de campagne (*Allium polyanthum*)............	champs de vigne	70	10	0,003
Fruits secs (partie comestible).				
26. Noix......................	Lozère	140	16	0,013

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
27. Noisettes..................	Larzac	140	16	0,011
28. Amandes..................	environs de Montpellier	140	16	0,025
29. Dattes (var. Déglet-el-Beida)..	Algérie	175	26	0,012
Fruits frais (partie comestible).				
30. Châtaignes................	Le Vigan	140	26	0,005
31. Pommes (var. Rainette)......	»	85	13	0,005
32. Poires (var. Royales)........	Espagne	70	10	0,007
33. Oranges..................	»	70	8	0,011
34. Mandarines................	Blidah	70	9	0,012
35. Ananas..................	Les Açores	70	9	0,008
36. Bananes..................	»	70	10	0,006

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence au Gabon de roches appartenant à la série de la charnockite.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans des Notes antérieures [1], j'ai montré combien la nature pétrographique du sol est peu variée au Congo français.

Un récent voyage effectué au Gabon (1911), au cours duquel j'ai visité cette région d'étendue restreinte connue sous le nom de *Como*, me permet de modifier cette manière de voir, et donne lieu d'espérer que des études ultérieures montreront que, si parmi les roches surperficielles rencontrées au Congo, celles observées le plus communément sont effectivement peu variées, elles n'en comportent pas moins, çà et là, des types pétrographiques intéressants, bien que peut-être de peu d'importance quant à leur extension.

Le *Como* est essentiellement constitué par le bassin indépendant du petit fleuve côtier Como, débouchant à proximité de Libreville, au fond du golfe qu'est actuellement le Gabon; ce qui suit montre comment il convient, géologiquement, de rattacher ce petit territoire au restant de notre colonie du Gabon.

---

[1] *Comptes rendus*, 8 février, 22 mars, 11 octobre 1909, et *Bull. du Muséum d'Histoire nat.*, 1911, n° 5.

Le grand pays granitique, qui s'étend au nord de l'Ogooué, constitue une région relativement élevée (500m à 600m en moyenne) qui, au nord de notre colonie, semble aboutir directement à l'Océan, tandis qu'à la latitude de Libreville elle se termine assez brusquement à quelque distance de la côte dont elle est séparée par une zone gréseuse d'âge indéterminé, à laquelle fait suite une formation de calcaires secondaires, qui se poursuit jusqu'à Libreville.

La dernière portion du territoire granitique dont il vient d'être question correspond, en partie, à cette région montagneuse désignée sur les cartes sous le nom de *Monts de Cristal* (dénomination que je ne crois pas justifiée); elle se termine par une bordure de terrains fortement accidentés que limitent à peu près, dans la partie que j'en ai visitée, le Como inférieur, et l'Avébé, un de ses affluents de droite; ces terrains sont essentiellement caractérisés par les déformations dynamométamorphiques qu'ont subi les roches qui les constituent.

C'est dans l'ensemble de cette partie occidentale du massif granitique, de sa bordure métamorphique et de la zone gréseuse faisant suite à cette dernière, qu'est établi le bassin du Como.

La bordure de ces terrains dynamométamorphisés est constituée par des roches présentant un litement nord-sud plus ou moins accusé; elles offrent, par suite, des faciès gneissiques, ou même schisteux, plus ou moins accentués (1), sans toutefois qu'on y observe de plis caractérisés. Fréquemment, en outre, parmi les granites (roches s'observant principalement dans cette bordure), les types à peu près dépourvus d'éléments colorés prennent l'aspect de roches porphyriques laminées, ou encore de quartzites; aussi, dans ce cas, ayant la ténacité de ces sortes de roches, les voit-on affectées de cassures orientées NS, là où, sans doute, dans des roches pourvues d'une certaine plasticité, se seraient produits des anticlinaux (2).

---

(1) En particulier, des roches que je considère comme d'anciennes diabases écrasées et ouralitisées, correspondent actuellement à de véritables schistes amphiboliques à grain fin.

(2) Ces cassures, qui ne m'ont jamais paru s'accompagner de failles nettement caractérisées, présentent parfois une ampleur considérable; c'est ainsi, en particulier, qu'en plusieurs points du cours de M'Beï, le gros affluent du Como, principalement à hauteur de l'ancien village d'Abonzok (pont de lianes), les eaux s'écoulent entre deux parois à pic et très resserrées d'une roche pourvue d'une très grossière fissilité et présentant, à un certain degré, l'apparence d'un microgranite filonien, mais les relations sur le terrain aussi bien que l'examen en lames minces montrent qu'il s'agit, en réalité, d'un microgranite puissamment écrasé.

Au milieu des granites pressés, généralement roses, très pauvres en éléments ferromagnésiens, dépourvus d'intérêt pétrographique, j'ai remarqué, en assez grande abondance, principalement en bordure interne de la zone dynamométamorphisée (à M'Foua, N'Doua, et près de l'ancien village d'Evanga, en particulier), des roches se distinguant des granites avoisinants par des déformations mécaniques moindres, par leur couleur grise, leur grain uniforme et de grosseur moyenne, et enfin par leur cassure franchement saccharoïde.

Ces roches sont des granites caractérisés par un hypersthène, à pléochroïsme à peine sensible. Ce pyroxène rhombique peu abondant, en moyenne, est associé, en général, à un peu de biotite, la proportion de ce dernier minéral semblant varier en sens inverse de celle de l'hypersthène; enfin, exceptionnellement, de l'augite paraît à côté des minéraux colorés précédents.

Au milieu de ces granites spéciaux s'observent des roches basiques, dans des conditions que je ne suis malheureusement pas à même de préciser; ce sont des gabbros, ophitiques ou non, et des diabases dans lesquels l'élément coloré est représenté par un mélange d'hypersthène et d'augite en proportions à peu près équivalentes.

Enfin, toutes ces roches, granites et roches basiques, renferment une certaine quantité de minerais, dont la proportion semble être indépendante de celle de l'élément coloré magnésien qui l'accompagne.

On voit, par l'ensemble de ces caractères, que ces granites à hypersthène doivent être rangés dans la série de la *charnockite*. On sait que de semblables roches n'ont été rencontrées, jusqu'à présent, que dans un très petit nombre de régions : l'Inde, la Norvège, le Canada, les monts Adirondaks et la Côte d'Ivoire enfin. C'est aux types de la Côte d'Ivoire (¹) que, géographiquement et pétrographiquement, il convient de rattacher les nôtres. Quant aux diabases, elles peuvent être comparées aux roches similaires de la Guinée; il faut noter toutefois que, parmi les roches de ce genre, décrites par M. A. Lacroix, figurent des types à olivine dont je ne connais pas d'équivalents dans le Como.

Il est intéressant de voir associées dans le Gabon des roches qui, en Afrique occidentale, caractérisent des régions distinctes.

(¹) A. Lacroix, *Les syénites néphéliniques de l'Archipel de Los et leurs minéraux; Aperçu sur les roches éruptives de la Guinée et de la Côte d'Ivoire* (*Nouv. Arch. du Muséum*, 5e série, t. III, 1911, p. 108-120).

MINÉRALOGIE. — *Modifications des épontes des filons stannifères de la Villeder (Morbihan).* Note de M. R. TRONQUOY, présentée par M. Wallerant.

On a reconnu que très fréquemment les filons stannifères encaissés dans les roches granitiques avaient leurs épontes modifiées, riches en topaze et tourmaline, tandis que les feldspaths étaient altérés, kaolinisés, lorsqu'ils n'étaient pas épigénisés par ces minéraux.

La granulite de la Villeder ne présente nullement ces caractères au contact des filons qui la traversent et qui ont été exploités pour la cassitérite.

A la partie supérieure du gîte, les filons qui forment un faisceau à direction générale bien déterminée, se trouvent entourés d'une roche devenue presque parfaitement sableuse, mais la résistance de la granulite augmente régulièrement en profondeur.

L'examen microscopique et l'analyse chimique permettent de s'assurer que cette altération est due à l'action des eaux de surface.

Les échantillons provenant du fond de la mine, et mieux ceux que l'on peut recueillir à la carrière de Maupas (4^{km} plus au Nord), montrent que la roche qui encaisse les filons est modifiée mais non altérée.

A quelques centimètres du contact avec le quartz, la granulite est normale ; elle est à deux micas avec quartz automorphe dans les feldspaths. Le microcline n'est que très légèrement altéré, l'albite est toujours plus ou moins chargée de produits micacés.

Prise dans le même banc, mais contre le filon, la roche est plus blanche ; elle ne contient plus trace de biotite, le microcline est généralement très altéré et presque opaque en lumière naturelle, mais l'albite est parfaitement limpide.

Le microcline n'est pas seulement altéré, il est souvent épigénisé par l'albite orientée sur lui. Lorsque l'albite de nouvelle formation est très abondante, ses cristaux n'ont plus aucun rapport d'orientation avec ceux du feldspath potassique dont on retrouve les débris, soit à l'intérieur, soit de part et d'autre des nouveaux individus.

Si la transformation a été encore plus accentuée, le quartz tend à disparaître alors que l'albite augmente beaucoup, et que l'on passe ainsi à des types sans quartz.

Dans toutes ces roches modifiées, deux minéraux se développent en

même temps que l'albite, mais en moins grande quantité : ce sont la muscovite, surtout abondante dans les types sans quartz, et l'apatite, parfois régulièrement disséminée dans les albites. On ne rencontre jamais ni tourmaline ni topaze.

Les analyses chimiques montrent qu'il y a eu une véritable alcalinisation des épontes des filons. L'apport de soude a été tout particulièrement important, il peut atteindre 1,5 pour 100 dans les types quartzeux et 3 pour 100 dans les types sans quartz (teneur de la roche normale, environ 3,5 pour 100).

L'augmentation du poids de la potasse est, sauf exception, beaucoup plus faible; parfois même il n'y en a pas sensiblement plus que dans la roche normale (environ 4,5 pour 100). On doit alors admettre que la plus grande quantité de celle qui entre dans la composition de la muscovite de nouvelle formation, vient du microcline altéré ou disparu.

L'alumine est toujours plus abondante dans les types modifiés, sa proportion en poids passe de 16 pour 100 à 18 pour 100, et à 25 pour 100 pour les types sans quartz.

Le plus souvent, le filon se détache aisément de l'éponte dont il est séparé par un enduit micacé ; lorsqu'il y adhère au contraire il s'introduit dans la roche modifiée sur une épaisseur de quelques centimètres.

On voit alors au voisinage de l'éponte le quartz filonien augmenter progressivement. Il se substitue partiellement aux cristaux de feldspaths dont les contours subsistent souvent, alors que la partie centrale a complètement disparu; il moule les individus qui ont résisté et la roche prend une structure granitique nette. Dans tous les cas, l'albite, même partiellement résorbée, est tout à fait fraîche et transparente.

C'est la même venue qui produisait dans le granite un développement d'albite et de muscovite, qui dans les schistes voisins, là où l'alumine était plus abondante, provoquait la formation de la tourmaline.

On peut d'ailleurs trouver d'autres exemples d'albite très fraîche au contact des filons stannifères. C'est le cas dans certaines mines du nord du Portugal, pour certaines roches très transformées et riches en tourmaline de Saint-Just-en-Cornouailles, et même très chargées en oxyde d'étain bien cristallisé comme dans certains échantillons provenant du Queensland (Australie).

Il y a donc lieu de distinguer, dans les formations stannifères, celles où les émanations qui amenaient l'étain étaient riches en alcalis disponibles, et celles où ces éléments faisaient défaut. Si la venue alcaline est nulle, le fluor

se combine aux bases des feldspaths pour donner des silicates sans alcalis (topaze), ou au moins riches en alumine (muscovite, tourmaline); si elle est faible, on n'aura plus de topaze, mais de la muscovite ou de la tourmaline selon que l'apport est potassique ou sodique; si elle est forte, le fluor entre de préférence dans les combinaisons potassiques (muscovite), l'albite est respectée et il peut même s'en former de nouveaux cristaux.

MÉDECINE. — *Premiers résultats de l'application à la gynécologie de l'électrolyse des sels de radium* (Méthode de Haret). Note de M. **Laquerrière**, présentée par M. d'Arsonval.

La présente Note a pour but d'exposer l'état actuel de nos recherches sur les applications gynécologiques de la méthode de Haret.

Un pli cacheté déposé le 23 octobre 1911 contenait: 1° la description des électrodes spéciales que nous avons fait construire par M. Gaiffe et qui sont destinées au cas où l'on veut, soit porter la solution radifère à l'intérieur de la cavité utérine, soit la localiser à la surface externe du col; 2° l'exposé de la technique que nous préconisions après quelques tâtonnements.

Cette technique consiste à employer comme électrode positive active, placée dans le vagin ou l'utérus, une solution de bromure de radium au titre de 20 microgrammes pour 150^{cm^3} d'eau distillée. On peut employer tous les courants ayant une action électrolytique appréciable qui servent en médecine. (Nous avons utilisé le courant continu, le courant galvano-faradique, le courant ondulatoire de d'Arsonval.)

Abstraction faite de l'électrode vaginale, le reste de l'application est absolument semblable aux séances habituelles d'électrothérapie gynécologique.

Nous avons, depuis le dépôt de notre pli cacheté, attendu quatre mois que la pratique nous ait fourni des résultats cliniques. Voici les premières conclusions qui découlent des observations que j'ai recueillies avec mon élève et ami le Dr Loubier.

Nous laissons de côté les applications dans la cavité du corps utérin, parce que notre sonde, étant un peu grosse et d'un usage difficile, ne nous a permis qu'une expérimentation très restreinte; tout ce que nous pouvons dire c'est que l'électrolyse *intra-utérine* du radium est bien tolérée et ne paraît causer aucune réaction particulière. Pour les autres applications, si

nous laissons de côté les cas où il n'y a eu que trop peu de séances par suite de diverses circonstances, notre expérience porte sur 16 malades.

I. *Les applications intra-cervicales*, au nombre de 26, ont été faites sur 3 malades atteintes de métrite du col et n'ont pas causé de réactions particulières pendant ou après les séances; elles ont déterminé une modification heureuse et rapide de l'aspect du col et des symptômes éprouvés par les malades.

II. *Les applications vaginales*, au nombre de 235 (10 à 15 minutes de durée), ont été réparties sur 13 malades atteintes de métrite, de fibrome et de métrite avec exsudat annexiel ancien.

a. Ces applications sont bien tolérées si l'on reste au-dessous de 50 milliampères; au-dessus de cette intensité, au moins chez certaines malades, et s'il y a eu déjà un certain nombre de séances, on peut observer des sensations vaginales douloureuses.

b. Après la séance, il se produit fréquemment une leucorrhée soit muqueuse, soit muco-purulente, qu'on n'observe pas avec le courant continu seul.

En somme, pendant et après la séance l'électrolyse d'une solution de radium est bien moins supportée que l'électrolyse de l'eau simple et détermine de l'irritation de la muqueuse [1].

c. Dans les fibromes et dans la métrite hémorragique nous avons constamment observé, sauf lorsque le nombre des séances avait été minime durant le premier mois, une amélioration marquée de la première période menstruelle; nous avons d'ailleurs, dans trois cas, constaté des rechutes plus ou moins marquées aux périodes suivantes, rechute qui, dans un de ces cas, a été suffisante pour que la malade renonce au traitement; mais, d'une façon générale, nous pouvons dire que, par la répétition des séances, on obtient des résultats bien meilleurs contre le symptôme hémorragique par l'électrolyse vaginale du radium que par des applications vaginales du courant galvanique simple de mêmes intensité et durée.

d. L'influence sur les phénomènes douloureux a été variable : très nette dans un cas de métrite et un d'annexite ancienne, elle a été faible dans certains cas, nulle dans quelques-uns.

e. Sur le volume des fibromes, nous avons, en général, constaté au bout de quelques séances une diminution légère, mais il s'agit là seulement d'un phénomène de décongestion comme on en observe avec le courant continu seul; jamais jusqu'à présent, nous n'avons constaté les diminutions rapides du volume qu'on observe en quelques cas sous l'influence de la radiothérapie.

f. Dans un cas, il y a eu libération manifeste d'adhérences anciennes périutérines.

En somme, s'il est permis de tirer des conclusions provisoires d'une

---

(1) On observe d'ailleurs une intolérance de la peau du même genre quand on fait des applications percutanées de la méthode de Haret.

expérimentation restreinte, il semble que l'électrolyse des sels de radium en *applications intracervicales* est un bon traitement dans la métrite du col, qu'en *applications vaginales*, elle a une influence résolutive sur les exsudats périutérins et paraît augmenter d'une façon très appréciable le rôle hémostatique des applications vaginales du courant continu. Seulement, comme cette méthode irrite la muqueuse vaginale, elle est surtout indiquée lorsqu'on ne peut ou ne veut atteindre que de faibles intensités, par exemple lorsque, au lieu de courant continu, on emploie soit la galvano-faradisation, soit le courant ondulatoire de d'Arsonval.

MÉDECINE. — *Traitement de l'ostéite tuberculeuse par l'effluvation de haute fréquence*. Note [1] de M. E. **Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

1. Depuis 8 ans j'ai eu l'occasion de soigner, par l'effluve de haute fréquence, un certain nombre de cas d'ostéite tuberculeuse avec un succès tel que la méthode me semble mériter d'être signalée. Elle n'est d'ailleurs pas nouvelle ; en 1902, MM. L. Imbert et J. Denoyès, s'inspirant de ma Note à l'Institut sur l'action de l'effluve de haute fréquence dans la tuberculose, publièrent un court travail sur le *traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence*, où ils rapportèrent trois observations de guérison.

2. Les cas que j'ai suivis sont au nombre de 11 et se répartissent anatomiquement de la façon suivante :
1 cas de tuberculose de l'omoplate,
3 cas de tuberculose digitale,
2 cas de tuberculose des os de l'avant-bras,
5 cas de tuberculose des os du pied et particulièrement du tarse.

3. Dans *tous* ces cas, la guérison a été obtenue dans un laps de temps très variable (de 1 mois à plus de 2 ans). Tous ont été soumis au traitement suivant : tous les jours au début, puis, lorsque l'amélioration était nettement accusée, trois fois par semaine, la région malade était soumise pendant 5 à 10 minutes (suivant son étendue) à l'action d'un puissant effluve fourni par un résonateur. Je me suis servi de résonateurs de différents types qui m'ont tous semblé donner des résultats identiques.

---

(1) Présentée dans la séance du 25 mars 1912.

4. Quoique le diagnostic clinique ait été dans tous ces cas soigneusement établi, tant par moi que par les médecins ou les chirurgiens traitants, je ne rapporterai ici que 4 observations seulement où le diagnostic clinique a été complété et confirmé par l'examen bactériologique. Voici ces cas :

Observation I. — Jeune fille de 19 ans, soignée pendant 5 ans à Berck pour une *ostéite tuberculeuse du pied.* A subi deux grattages, du cuboïde et du calcanéum. On commence le traitement par l'effluvation, le 3 mai 1909. Le pied est tuméfié dans toute sa partie tarsienne; peu de douleurs, deux fistules d'où s'écoule un liquide séro-purulent d'abondance moyenne. État général très satisfaisant. Le 15 mai, le pied est très dégonflé et la sécrétion très diminuée. Le 2 juin, la fistule externe est cicatrisée; la fistule interne donne encore un peu de liquide. Le 31 juillet, cette fistule se cicatrise à son tour. On continue le traitement jusqu'au 30 septembre 1909. A cette date la guérison est complète, la malade marche sans canne et ne boite plus.

Le 22 avril 1911. La guérison s'est maintenue.

Observation II. — Garçon de 14 ans, atteint depuis 2 ans *d'ostéite tuberculeuse* de l'omoplate gauche. A subi deux grattages. A la seconde récidive on m'envoie le malade pour lui faire le traitement par l'effluvation.

12 septembre 1907. La région est empâtée et rouge au niveau de trois petits orifices fistuleux, l'omoplate est épaissie sur tout le bord interne de la fosse sous-épineuse.

L'amélioration fut très rapide et, au bout de 1 mois (21 octobre 1907), la guérison était complète. Le malade avait repris depuis le 1er octobre son métier d'apprenti menuisier.

Observation III. — Jeune homme de 17 ans atteint, depuis 1900, d'*ostéite tuberculeuse* du pied droit.

En 1902, grattage du cuboïde. En 1903, ablation de cet os. En 1905, radiographie qui montre une décalcification profonde de tous les os du pied et du tiers inférieur des os de la jambe. Le chirurgien propose l'amputation de la jambe. État général mauvais, amaigrissement, cheveux secs et ternes. Localement gonflement de la région tarsienne; trois fistules donnent en abondance une sécrétion séro-purulente. Les parents refusent l'amputation proposée et me confient leur enfant. Le traitement commence le 17 mars 1905. Le 1er avril très grande amélioration de l'état général, diminution du gonflement local et de la sécrétion. Le 28 avril, l'une des fistules se ferme. A partir de ce moment l'amélioration continue, mais elle progresse avec une grande lenteur. La marche devient plus aisée, le malade abandonne ses béquilles en août pour ne se servir que d'une canne et même parfois marche sans appui.

Le traitement fut poursuivi pendant 18 mois avec quelques arrêts. En septembre 1906, le malade quitte Lille; il n'est pas complètement guéri, il a encore ses deux fistules, mais la sécrétion est insignifiante et le pied peut chausser des chaussures non spéciales. *Malgré la cessation du traitement l'amélioration continua;* en janvier 1907, l'une des fistules se cicatrise; la dernière se ferme en octobre de la même année. Depuis la guérison reste parfaite et la marche tout à fait normale, il n'existe même pas de boiterie.

Observation IV. — Jeune fille de 16 ans. Depuis 2 ans et demi *tuberculose de la phalangine du médius droit*. Le doigt est fusiforme, ankylosé. Fistule depuis 2 ans. Un grattage de l'os, il y a 1 an, sans résultat. Le chirurgien propose l'amputation du doigt. On essaye l'effluvation le 21 avril 1909. Amélioration très rapide; guérison complète le 7 juin.

Comme MM. L. Imbert et J. Denoyès l'ont signalé, les localisations osseuses de la tuberculose sont donc justiciables du traitement par l'effluvation électrique. L'amélioration est habituellement rapide et porte tant sur l'état général que sur l'état local. Localement on voit rapidement le gonflement et la sécrétion diminuer. La guérison (que j'ai obtenue dans les 11 cas traités) est parfois rapide, le plus souvent elle est lente et c'est cette lenteur sans doute qui a fait douter certains médecins de l'efficacité de cette méthode. Elle est pourtant très bonne, mais il faut savoir être patient et persévérant, poursuivre le traitement pendant des mois, s'arrêter, le reprendre et attendre une guérison qui semble bien devoir être la règle.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Existence et effets des poussières éoliennes sur les glaciers élevés du mont Blanc.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par le prince Roland Bonaparte.

On n'a que peu de notions sur les poussières éoliennes ou cosmiques qui se déposent sur les glaciers de grande altitude. Les poussières cosmiques peuvent se déposer par temps calme, mais elles sont sans doute en quantité infime. Quant aux poussières terrestres, elles ne peuvent guère être transportées aux grandes altitudes que par les ouragans; en ce cas, elles sont précipitées sur le glacier par la chute de la neige, à laquelle elles se trouvent mêlées, et recouvertes ensuite de neige pure, tombant d'un ciel déjà nettoyé.

Durant l'été exceptionnellement beau de 1911, il s'est écoulé de nombreuses semaines sans chute notable de neige au mont Blanc. La température de l'air montait fréquemment au-dessus de zéro à l'observatoire (4350m). Pendant un travail de trois semaines sur le glacier autour de cet observatoire, et un travail également de trois semaines sur le glacier du Géant (3300m) et sur la vallée Blanche (3600m) il ne s'est guère passé de jour sans que j'aie vu voleter des guêpes et des papillons blancs qui ne paraissaient pas se ressentir de l'altitude.

Le soleil a pu fondre ou évaporer une très grande épaisseur de neige, le

névé s'est durci, et les poussières contenues dans toute la quantité de neige qui a disparu sont restées à la surface, où elles sont devenues visibles.

Dans les parties les plus élevées du mont Blanc, le névé n'avait plus sa blancheur primitive. Il était recouvert d'une pellicule mince de glace, miroitante au soleil, formant ce qu'on appelle la *neige croûtée*, la neige restant molle au-dessous de cette pellicule superficielle.

Au-dessous de 4000^m, la neige était tassée et uniformément dure. Au-dessous de 3500^m, au lieu d'être de la blancheur habituelle à cette altitude, elle avait un aspest général jaunâtre, causé par les poussières, et de plus en plus jaune à mesure qu'on descendait. Enfin, au-dessous de 2500^m le glacier était complètement nu, la neige ayant fondu entièrement.

Il est à remarquer que les rares précipitations qui ont eu lieu au-dessous de 3500^m, au lieu d'être de la neige comme d'habitude, ont été de la pluie.

La surface de la neige n'a pas conservé la forme unie que je lui ai toujours vue depuis vingt-cinq ans, mais a revêtu un aspect très particulier. La neige, devenue dure jusque dans sa profondeur, formait une série de mamelons arrondis comme des taupinières, de 2^{dm} à 3^{dm} de diamètre, sur 1^{dm} à 3^{dm} de haut. Ces mamelons étaient séparés par des creux de même grandeur. Toute la surface des plateaux était ainsi mamelonnée.

Dans les pentes, la forme était différente. La surface inclinée était creusée de rigoles parallèles, profondes de 1^{dm} à 5^{dm}, séparées par des crêtes étroites courant dans le sens de la plus grande pente, qui rendaient la marche très pénible.

Un examen minutieux me fit voir que des poussières jaunâtres ou noires occupaient les creux formant les intervalles entre les mamelons. On en trouvait aussi dans les rigoles, à tous les ressauts. Ces formations, qui rappellent en réduction les *neiges pénitentes* de l'Himalaya, deviennent dès lors facilement explicables.

La couche épaisse de neige fondue a successivement abandonné à la surface toutes les poussières qu'elle contenait. Ces poussières, inégalement réparties, ont formé de petits amas. Chaque âmas, échauffé par le soleil, a formé un léger creux, en aidant à la fusion de la neige. La pluie a fait ruisseler dans les creux les poussières des parties saillantes, et bientôt les mamelons ont été nettoyés et les creux seuls ont contenu la totalité des poussières qui ont aidé à leur approfondissement par le même mécanisme.

Sur les pentes, le ruissellement de la pluie a emmené des particules poussiéreuses d'un creux à l'autre, en abandonnant entre les deux une partie qui a fait creux à son tour, de sorte qu'il s'est formé des rigoles, de

plus en plus profondes en approchant du bas, où la quantité de poussière était augmentée par l'apport d'une partie de celles des parties supérieures.

C'est donc à la fois la chaleur fondant le névé et la pluie remplaçant la neige habituelle qui ont motivé ces formations extraordinaires.

La quantité de la poussière déposée sur le glacier était impossible à évaluer, car elle était inégalement répartie, mais on pourrait facilement être renseigné sur sa nature. J'en ai recueilli une certaine quantité, à une altitude d'environ 2600^m. Je la tiens à la disposition du géologue micrographe qui serait disposé à l'examiner et à rechercher s'il ne se trouverait pas de la poussière cosmique mêlée aux poussières éoliennes.

M. **P. Vaïsse** adresse une Note intitulée : *Relations qui existent entre les failles d'une part et de l'autre les sources, la foudre, la baguette divinatoire et la déclinaison magnétique.*

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1912.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1911 *et programme des travaux pour l'exercice de* 1912. Leyde, E.-J. Brill, 1912; 1 fasc. in-4°.

Ministère de la Marine. *Annuaire de la Marine pour* 1912. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-8°.

Compte rendu annuel des travaux exécutés par le Service géographique de l'Indo-Chine, année 1911. Hanoï, 1912; 1 vol. in-8°.

Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, publication trimestrielle, année 1912, n° 1. Tunis; 1 fasc. in-8°.

Year-Book of the Royal Society of London, 1912. Londres, Harrison et fils, 1912; 1 vol. in-8°.

Raccolta Vinciana presso l'Archivo storico del Comune di Milano; fascicolo VII, 1910-1911, pubblicato il 15 marzo 1912. Milan, Umberto Allegretti; 1 vol. in-8°.

Ueber die Abhängigkeit der Bruchfestigkeit von der Temperatur, von FRIEDRICH HAUSER. Brunswig, Vieweg et fils, 1912; 1 fasc. in-8°.

Was ist die Ursache der Bewegung, der Kraft, des Lebens? von ERNST KOCH. Chez l'auteur, à Freystadt, s. d.; 1 fasc. in-12.

Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle; Heft XX. Hanovre, M. et H. Schaper, 1911; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1910. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States National Museum; t. XL. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States National Museum; n° 50 : *The birds of North and Middle America,* by ROBERT RIDGWAY; part V. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 18 mars 1912.)

Note de MM. *L. Cuénot* et *L. Mercier*, Études sur le cancer des Souris, etc. :

Page 784, ligne 2 en remontant, *au lieu de* qui provient de Souris de lignée pauvre, *lire* qui provient de Souris sensibles de la même lignée; de même pour les Souris de lignée pauvre.